

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
УТОЧНЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ МНОГОСПЕКТРАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ТАЛАКАНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА САХА (ЯКУТИЯ))

УДК 553.98:550.814(571.56)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ92	Сеничев Дмитрий Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Янкович Елена Петровна	К.Г.-М.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Недоливко Наталья Михайловна	К.Г.-М.Н.		

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	способность самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК(У)-2	способность самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК(У)-4	способность профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК(У)-5	способность критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	владение навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-4	способность самостоятельной подготовки и проведения производственных и научно-производственных полевых, лабораторных и интерпретационных исследований при решении практических задач (в соответствии с направленностью программы магистратуры)
ПК(У)-5	способность самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы (в соответствии с направленностью программы магистратуры)
ПК(У)-6	способность к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с целью решения научно-производственных задач
ДПК(У)-1	способностью самостоятельно планировать и проводить научные исследования в области нефтепромысловой геологии, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 05.04.01 «Геология»
Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Недоливко Н.М.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ92	Сеничеву Дмитрию Андреевичу

Тема работы:

Уточнение геологического строения на основе материалов многоспектральной космической съемки Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения (Республика Саха (Якутия))	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2021 № 27–36/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Геолого-геофизические данные по месторождению, научно-техническая литература, фондовая литература, материалы конференций, космические снимки спутника Landsat. Объектом изучения является Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Геологическое строение месторождения 2. Тектоника 3. Нефтегазоносность 4. Характеристика залежей нефти и газа 5. Подсчет запасов 6. Свойства пластового флюида 7. Выявления зон вертикальной миграции углеводородов для Центрального блока Талаканского месторождения

	<p>8. Уточнение тектонического строения Центрального блока Талаканского месторождения с помощью автоматизированного линеаментного анализа</p> <p>9. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p> <p>10. Социальная ответственность</p> <p>Заключение</p> <p>Список использованных источников</p>
<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>1. Местоположение Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения</p> <p>2. Карта гравиметрической изученности месторождения</p> <p>3. Карта аэрогеофизической изученности месторождения</p> <p>4. Карта изученности сейсморазведкой 2D центрального блока Талаканского месторождения</p> <p>5. Сводный литолого-геофизический разрез Талаканского месторождения</p> <p>6. Фрагмент тектонической карты Сибирской платформы</p> <p>7. Карта нефтегазогеологического районирования Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции</p> <p>8. Обзорная карта Центрального блока Талаканского НГКМ</p> <p>9. Снимки Центрального блока Талаканского месторождения со спутника Landsat-5</p> <p>10. Карта распределения спектральных индексов трехвалентного железа (Fe^{3+})</p> <p>11. Карта распределения спектральных индексов двухвалентного железа (Fe^{2+})</p> <p>12. Карта распределения спектральных индексов глинистых минералов и карбонатов</p> <p>13. Карта потенциальных зон вертикальной миграции углеводородов на поверхность</p> <p>14. Вид исходных данных</p> <p>15. Карта общей плотности штрихов</p> <p>16. Карта распределения кластеров роз-диаграмм</p> <p>17. Карта удлинения роз-диаграмм</p> <p>18. Карта полученных линеаментов</p> <p>19. Карта прогнозируемых разломов</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)</p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Доцент, к.э.н., Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Старший преподаватель, Романова Светлана Владимировна
Иностранный язык	Доцент, к.фил.н., Поздеева Галина Петровна
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2021г.
---	--------------

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Янкович Елена Петровна	К.Г.-М.Н.		01.02.2021г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ92	Сеничев Дмитрий Андреевич		01.02.2021г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки (специальность) 05.04.01 Геология
 Уровень образования высшее образование - магистратура
 Отделение школы Отделение геологии
 Период выполнения осенний / весенний семестр 2020 /2021 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	01.06.2021г.
--	--------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.21	Общая часть	10
01.04.21	Методика исследования	40
01.05.21	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
15.05.21	Социальная ответственность	15
01.06.21	Заключение. Выводы по работе, написание и оформление магистерской диссертации.	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Янкович Елена Петровна	К.Г.-М.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Недоливко Наталья Михайловна	К.Г.-М.Н.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ92	Сеничеву Дмитрию Андреевичу

Школа	ИШПР	Отделение школы	Отделение геологии
Уровень образования	высшее образование – магистратура	Направление	05.04.01 Геология

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент 30%. Коэффициент доплат и надбавок 20%. коэффициент дополнительной заработной платы 12%, Коэффициент, учитывающий накладные расходы 16%. Районный коэффициент 30%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 27,1 %
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1.1 Потенциальные потребители результатов исследования 1.2 SWOT - анализ 1.3 Оценка готовности проекта к коммерциализации 1.4 Методы коммерциализации результатов научнотехнического исследования
2. Разработка устава научно-технического проекта	2.1 Цели и результат проекта 2.2 Организационная структура проекта 2.3 Ограничения и допущения проекта
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	3.1 Контрольные события проекта 3.2 Бюджет научного исследования 3.3 Организованная структура проекта 3.4 План управления коммуникациями проекта 3.5 Реестр рисков проекта
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	4.1 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения 4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения НТИ 4. Определение бюджета НТИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	31.01.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		31.01.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ92	Сеничев Дмитрий Андреевич		31.01.2021

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ92	Сеничеву Дмитрию Андреевичу

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Высшее образование - магистратура	Направление	05.04.01 Геология

Тема ВКР:

Уточнение геологического строения на основе материалов многоспектральной космической съемки Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения (Республика Саха (Якутия))

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В данной работе уточняется геологическое строение Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения. Исследование проводится с помощью программных комплексов, установленных на компьютер. Рабочая зона выполнения работы – учебная аудитория 601Б 20-ого корпуса ТПУ.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197; ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования; – санПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным ЭВМ и организации работы.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень электромагнитного излучения; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – превышение уровня шума; – отклонение показателей микроклимата; – поражение электрическим током.
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – анализ влияния объекта и процесса исследования на окружающую среду; – разработка организационных и технических мероприятий по защите окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – ЧС техногенного характера для данного помещения – пожар; – обоснование мероприятий по предотвращению ЧС; – разработка порядка действий в результате возникновения ЧС.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	1.03.2021
--	-----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романова Светлана Владимировна			1.03.2021

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ92	Сеничев Дмитрий Андреевич		1.03.2021

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация 149 с., 29 рис., 46 табл., 49 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: Талаканское месторождение, космический снимок, линеаментный анализ, вертикальная миграция углеводородов, проницаемость.

Объект исследования – Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение.

Цель работы – уточнение геологического строения месторождения по материалам дешифрирования космических снимков и геолого-геофизическим данным.

Методы исследования – дистанционные методы геологических исследований, геоинформационные, геолого-геофизические, геохимические, структурно-геологические. В процессе исследования использовалось программное обеспечение ArcGIS Pro, блок структурный анализ "БЕГА-Science", CorelDRAW.

Основные результаты и новизна. Проведено дешифрирование космического снимка Талаканского месторождения и обнаружены аномальные концентрации веществ, косвенно указывающие на вертикальную миграцию флюидов с глубин на поверхность. Изучены структурные особенности территории с применением автоматизированного линеаментного анализа. Построены карты распределения спектральных индексов (трехвалентного железа, двухвалентного железа, глинистых минералов и карбонатов), выделены потенциальные зоны вертикальной миграции углеводородов. В результате дешифрирования космоснимка выявлены тектонические нарушения.

Область применения: результаты работы могут быть использованы при уточнении геологической модели месторождения, выборе мест заложения скважин на Талаканском месторождении.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

антеклиз: очень обширное и пологое поднятие (изгиб) слоёв земной коры в пределах платформ или плит.

водонефтяной контакт: условная поверхность, разделяющая нефть и воду в залежи нефти.

газонефтяной контакт: поверхность, разделяющая в единой нефтегазовой залежи нефть от свободного газа в газовой шапке.

геологический разрез: вертикальное сечение земной коры от поверхности в глубину.

геофизические исследования скважин (ГИС): исследование горных пород с помощью специальных приборов, спускаемых на электрическом кабеле в скважину.

дистанционное зондирование Земли: получение информации о поверхности Земли, объектах на ней или в ее недрах наземными, авиационными и космическими средствами в определенных участках электромагнитного спектра.

залежь: единичное скопление нефти, газа, конденсата и других сопутствующих компонентов, сосредоточенные в ловушке, ограниченные поверхностями разного типа, в количестве достаточном для промышленной разработки.

коллектор: горная порода (пласт или массив), обладающая способностью к аккумуляции и фильтрации воды, нефти и газа.

месторождение: скопление углеводородов в земной коре, приуроченных к одной или нескольким локализованным геологическим структурам.

нефтегазоносная область: совокупность нескольких смежных нефтегазоносных районов, объединенных сходством геологического строения, условий нефтегазообразования и истории геологического развития.

нефтегазоносная провинция: территория, которая объединяет собой совокупность нефтегазоносных областей, относящихся к одному или нескольким крупнейшим геоструктурным элементам.

нефтегазоносный район: часть нефтегазоносной области, выделяемая по геоструктурному или иногда по географическому признаку.

нефтенасыщенность пласта: содержание нефти в породе-коллекторе.

нефть: сложная смесь углеводородов преимущественно метанового (парафинового) (C_nH_{2n+2}), нафтенового (C_nH_{2n}) и в меньшем количестве ароматического (C_nH_{2n+6}) рядов.

пласт: форма залегания однородной осадочной горной породы, ограниченной двумя более или менее параллельными поверхностями.

пористость: наличие в горной породе различного рода пустот (пор, каверн, трещин). Характеризует способность горной породы вмещать в себя жидкости и газ.

проницаемость: характеризует способность горной породы пропускать через себя жидкости и газы.

скважина: горная выработка в массиве горных пород, осевая протяженность которой значительно превышает ее поперечные размеры (диаметр) и в которой отсутствуют и не предусмотрены условия жизнеобеспечения.

эффективная мощность пласта: суммарная мощность прослоев-коллекторов в пласте.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

БК – боковой каротаж

БМК – боковой микрокаротаж

ВНЗ – водонефтяная зона

ВНК – водонефтяной контакт

ВСП – вертикальное сейсмическое профилирование

ГЗ – газовая зона

ГИС – геофизические исследования скважин

ГНК – газонефтяной контакт

ДЗЗ – дистанционное зондирование Земли

ЗСБ – зондирование становлением поля в ближней зоне

МИЭП – метод измерения электрической проводимости с погружением электродов

МКС – материалы космической съемки

МОГТ – метод общей глубинной точки

МСК – межведомственный стратиграфический комитет

НГДУ – нефтегазодобывающее управление

НГЗ – нефтегазовая зона

НГК – нейтронный гамма-каротаж

НГКМ – нефтегазоконденсатное месторождение

НГО – нефтегазоносная область

НЗ – нефтяная зона

ПАО – публичное акционерное общество

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	10
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	11
ОГЛАВЛЕНИЕ	14
ВВЕДЕНИЕ	17
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ТАЛАКАНСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕКСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	20
1.1 Общие сведения о месторождении	20
1.2 Геолого-геофизическая изученность района	22
2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	31
2.1 Стратиграфия.....	31
2.2 Тектоника.....	41
2.3 Нефтегазоносность	44
2.3.1 Характеристика залежей	45
2.3.2 Сведения о запасах	49
2.3.3 Физико-химические свойства пластовых флюидов	50
3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГЕОЛОГИИ	55
4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТАЛАКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ..	62
4.1 Выявление зон вертикальной миграции углеводородов.....	62
4.2 Уточнение геологического строения территории с помощью автоматизированного линеаментного анализа.....	71
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	80
5.1 Предпроектный анализ	80
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	80
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	81

5.1.3 SWOT– анализ.....	82
5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации	84
5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования	87
5.2 Инициация проекта	87
5.3 Планирование управления научно-техническим проектом	88
5.3.1 Иерархическая структура работ проекта.....	89
5.3.2 План проекта	89
5.3.3 Бюджет научного исследования.....	92
5.3.4 Организационная структура проекта.....	98
5.3.5 Матрица ответственности	98
5.3.6 План управления коммуникациями проекта.....	98
5.3.7. Реестр рисков проекта	99
5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	99
5.4.1. Оценка абсолютной эффективности исследования	100
5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	104
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	108
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	108
6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	109
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	109
6.2 Производственная безопасность	110
6.2.1 Отклонение показателей микроклимата.....	111
6.2.2 Превышение уровня шума	113
6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны	114
6.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.....	117
6.2.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения.....	119
6.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов	119

6.3.1 Отклонение показателей микроклимата.....	119
6.3.2 Повышенный уровень шума	120
6.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	120
6.3.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	121
6.3.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения	121
6.4 Экологическая безопасность.....	121
6.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	121
6.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду	122
6.4.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.....	122
6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	123
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	125
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА.....	127
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	128
ПРИЛОЖЕНИЕ (А)	134

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Материалы многозональных космических съемок Земли – это мощный инструмент геологических исследований. Это обусловлено высокой информативностью космических изображений в части выявления геоструктурных элементов, геохимических аномалий. Впервые космическая информация стала применяться при структурно-геологических исследованиях, тектоническом и геологическом картировании. С помощью космических снимков уточняются протяженность и строение зон крупных разломов, разрывно-складчатых нарушений и деформаций, их соотношения друг с другом и прочими элементами структуры. Анализ снимков позволяет не только улучшать существующие геологические карты и уточнять формы структур, но выявлять тектонические образования, которые остаются незамеченными при наземных исследованиях. К их числу относятся, прежде всего, линеаменты.

В комплексе с геофизическими данными результаты дешифрирования материалов космической съемки (МКС) являются основой прогнозирования глубинных структур и пространственного моделирования, в частности на уровне нефтегазоносности.

Успешное применение материалов дистанционных съемок возможно лишь при комбинации с наземными методами геологических исследований. Большие объемы данных полученных с искусственных спутников Земли и необходимость связи результатов ее обработки геологическими, геофизическими данными делают весьма актуальной задачу автоматизации геологического дешифрирования и интерпретации материалов, дистанционных съемок и измерений на базе широкого применения современных методов обработки.

Объектом исследования является Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение.

Цель исследования: уточнение геологического строения месторождения по результатам дешифрирования мультиспектральных космических снимков и геолого-геофизическим данным.

Задачи исследования:

1. Провести анализ геологического строения и степени изученности Талаканского месторождения.
2. Проанализировать методы получения геологической информации по космическим изображениям.
3. Выделить потенциальные зоны вертикальной миграции углеводородов с помощью спектральных индексов.
4. Уточнить тектоническое строение территории, применяя автоматизированный линеаментный анализ космического снимка.
5. Рассчитать экономическую эффективность научного исследования.
6. Оценить вредные факторы, оказывающие негативное влияния на человека в рабочей зоне.
7. Составить литературный обзор англоязычной литературы по теме исследования

Методическая база представлена дистанционными методами геологических исследований, геоинформационными, геолого-геофизическими, геохимическими методами, линеаментным анализом. В процессе исследования использовалось программное обеспечение ArcGIS Pro версия 2.7 (получена по программе поддержки Вузов), блок структурный анализ "БЕГА-Science", CorelDRAW.

Фактический материал: результаты геолого-геофизических исследований, космические снимки спутника Landsat, фондовая литература и научно-техническая литература.

Личный вклад автора заключался в сборе, систематизации и анализе геологической информации по исследуемой территории; дешифрировании космоснимков с использованием программного обеспечения; построении карт; проведении линеаментного анализа.

В результате выполнения работы с помощью космических снимков были построены карты распределения спектральных индексов (трехвалентного железа, двухвалентного железа, глинистых минералов и карбонатов), выделены

потенциальные зоны вертикальной миграции углеводородов, выявлены тектонические разломы.

Практическая значимость: результаты работы могут использоваться при уточнении геологической модели месторождения, выборе мест заложения новых скважин на Талаканском месторождении.

Промежуточные результаты исследований опубликованы в сборниках Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», г. Томск (2020 г.), в сборнике статей XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Геология в развивающемся мире» г. Пермь (2020 г.)

Автор выражает благодарность Институту космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН) за предоставленный доступ к инструменту научного анализа данных спутниковых наблюдений ВЕГА-Science.

3. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ГЕОЛОГИИ

Дистанционное зондирование Земли – это получение информации о поверхности Земли, объектах на ней или в ее недрах наземными, авиационными и космическими средствами в определенных участках электромагнитного спектра. Материалы дистанционного зондирования представляют собой изображения в цифровом или аналоговом формате.

Методы дистанционного зондирования Земли стали использоваться в нефтегазовой геологии в начале 1960-х гг., когда появились первые снимки со спутников низкого разрешения (спутник «Метеор»). На них стало возможным распознавать крупные геологические объекты – складчатые системы, региональные разломы, крупные впадины. Первые работы в этой области были посвящены построению структурно-геологических карт, схем разломов на основе дешифрирования изображений. Дальнейшее развитие методики связано с проведением более качественных, в частности многозональных, съемок с пилотируемых аппаратов «Союз» и «Салют» и автоматических американских спутников серии ERTS (Landsat). В работах В.Б. Комарова, В.Г. Трифонова (1973-1976 гг.) показан анализ линейных зон нарушений, деформаций. Ряд работ был посвящен геологической интерпретации кольцевых образований, построению роз-диаграмм линеаментов [7]. В начале 1980-х гг. началась разработка методики комплексирования аэрокосмических и геохимических исследований для геодинамического анализа и поисков полезных ископаемых на примере отдельных районов. К концу 1980-х годов начали интенсивно развиваться съемки в невидимом диапазоне электромагнитного спектра – радарная (радиотепловая и радиолокационная), ультрафиолетовая и инфракрасная. Разрабатывалась спектрометрическая съемка, основанная на различии спектральных коэффициентов отражения геологических объектов. В 1990-х гг. с развитием компьютерных технологий и геоинформационных систем произошел прогресс в области обработки и анализа космических снимков (улучшение качества изображений, изменение контрастности и

резкости) [8]. В настоящее время велик набор методических подходов к изучению материалов космических снимков, широк спектр программных продуктов, обеспечивающих выполнение разнообразных операций над изображениями [9].

Представления о спектральной отражательной способности природных образований необходимы для геологического изучения территорий. Идентифицировать природные объекты (рисунок 3.1) становится возможным по электромагнитному излучению. Видимый диапазон (примерно от 0,4 до 0,7 мкм; 0,4-0,5 мкм синяя зона, 0,5-0,6 мкм зеленая, 0,6-0,7 мкм красная) чаще всего используется при работе с методами дистанционного зондирования Земли. Характерные пики спектров отражения расположены в инфракрасной области (от 0,7 до 1,5 мкм).

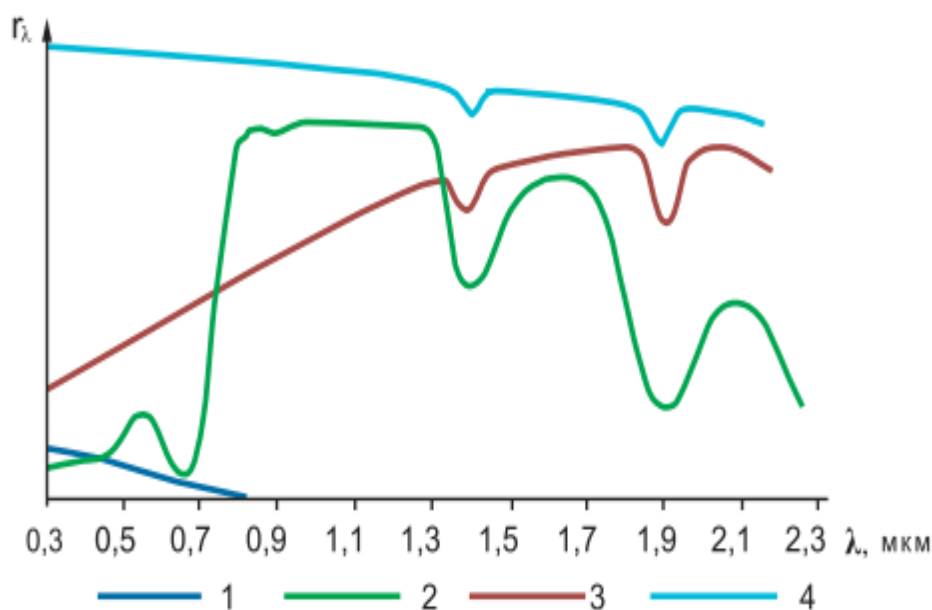


Рисунок 3.1 – Спектральная отражательная способность основных классов природных объектов (1 – водные объекты; 2 – растительность; 3 – почвы и горные породы; 4 – снег, облака)

В зависимости от пространственного разрешения (аналог резкости обычного фотоснимка) на космических снимках можно различать объекты, сопоставимые с величиной единичного элемента разрешения (пиксела). В

таблице 3.1 представлена классификация снимков по пространственному разрешению.

Таблица 3.1 – Классификация снимков по пространственному разрешению

Классификация снимков	Разрешение (м)
Сверхвысокого разрешения	До 1
Высокого разрешения	1 – 10
Среднего разрешения	10 – 30
Низкого разрешения	30 - 250
Очень низкого разрешения	250 - 3000

На рисунках 3.2-3.3 можно увидеть примеры снимков низкого и высокого разрешений.



Рисунок 3.2 – Снимок низкого разрешения. Спутник – Modis/Terra. Разрешение 250 м



Рисунок 3.3 –Снимок высокого разрешения. Спутник – SPOT 6-7. Разрешение 1,5 м

Современные средства дистанционного зондирования Земли способны оперативно передавать изображения снимков с искусственных спутников (таблица 3.2) в реальном масштабе и времени (сканерные и кадровые системы) [10].

Таблица 3.2 – Характеристика спутников дистанционного зондирования Земли

Название	Дата запуска	Страна	Кол-во каналов	Разрешение каналов (м/пикс)
Landsat-8	11.02.2013	США	10	30; 100; 15
Sentinel - 2	07.03.2017	Европа	13	10; 20; 60
WorldView-3	13.08.2014	США	9	0,31; 1,24
SPOT-7	30.06.2014	Франция	4	1,5; 6
Resourcesat-2	20.04.2011	Индия	12	5,8; 23,5; 56
ТН-1	24.08.2010	Китай	6	2; 5; 10
Канопус-В	22.07.2012	Россия	4	2,1; 10,5
Ресурс-П	25.06.2013	Россия	14	1; 4; 12; 24; 60; 120; 25
Канопус-В	22.07.2012	Россия	4	2,1; 10,5

Landsat – это достаточно известный мировой спутник, предназначенный для изучения природных ресурсов Земли. Первый спутник этой серии был запущен в июле 1972 года. Целью запуска является сбор материалов для компьютерной обработки, в результате чего решаются задачи поиска и разведки месторождений углеводородов, геологического картирования, изучения процессов на поверхности Земли. С 1972 года в рамках программы было запущено восемь спутников. Хронологию запусков можем наблюдать в таблице 3.3 [13].

Таблица 3.3 – Периоды работы космических аппаратов серии Landsat на орбите

Спутник	Дата запуска	Примечание
Landsat-1	23 июля 1972	окончание работы - январь 1978
Landsat-2	22 января 1975	окончание работы - февраль 1982
Landsat-3	5 марта 1978	окончание работы - март 1983
Landsat-4	16 июля 1982	окончание работы - июнь 2001
Landsat-5	1 марта 1984	действующий
Landsat-6	октябрь 1993	неудавшийся запуск
Landsat-7	15 апреля 1999	действующий
Landsat-8	11 февраля 2013	действующий

В ходе работы изображения брались со спутника Landsat 5 (таблица 3.4) [14].

Таблица 3.4 – Характеристика спутника Landsat-5

Канал	Охват спектральных зон (мкм)	Пространств. разрешение (м)	Полоса обзора (км)	Повторяемость съемки одной территории
1. Blue (Синий)	0,45 - 0,515	30	185	16 суток
2 Green (Зеленый)	0,525 - 0,605	30		
3. Red (Красный)	0,63 - 0,690	30		
4. NIR (Ближний ИК)	0,75 - 0,90	30		
5. SWIR (Коротковолновый ИК)	1,55 - 1,75	30		
6. Thermal (Тепловой)	10,40 - 12,5	120		
7. SWIR 2 (Коротковолновый ИК 2)	2,09 - 2,35	30		

Пространственная информация, получаемая средствами дистанционного зондирования Земли в различных диапазонах электромагнитного излучения, в совокупности с традиционными методами исследований дает более реальную картину о состоянии, составе природных объектов. Эффективность нефтегазопроисловых работ повышается при обработке мультиспектральной космической информации. Данная технология представляет собой дешифрирование космических снимков и комплексную интерпретацию геолого-геофизических данных. Результатом работ является уточнение строения зон нефтегазонакопления (выделение перспективных ловушек нефти и газа), выявление локальных структур и разрывных нарушений [11].

Продуктивные структуры выделяются по снимкам теплового инфракрасного диапазона. По ним строятся карты температуры поверхности с учетом влияния геологических особенностей исследуемой территории. За счет этого происходит предварительная оценка перспективности слабоизученной (труднодоступной) территории.

Дешифрирование линейных элементов ландшафта, связанных с зонами разрывных нарушений, трещиноватости проводится при автоматизированном

линеamentном анализе. В этих зонах происходит миграция магматических, жидких и газовых растворов, вызывая образование месторождение полезных ископаемых.

Крупные геологические структуры отражаются в радиоактивном поле и, в частности, в уровне интенсивности гамма-излучения, зависящем от морфологических особенностей этих структур. Физические механизмы связи поверхностного гамма-поля с глубинным строением, а, следовательно, и с проявлением нефтегазоносных структур, обусловлены тем, что геологические структуры, развивающиеся в процессе осадконакопления, сопровождаются дифференциацией материала и изменением физических параметров осадочных пород (пористости, плотности, трещиноватости и др.), что отражается на распределении радиоактивных элементов.

Зоны неотектонических поднятий (изометрических форм рельефа), являющиеся наиболее благоприятными для расположения нефтегазоносных структур, регистрируются на радиолокационных космических изображениях. Такого рода неотектонические поднятия могут быть зарегистрированы также методами спутниковой альтиметрии.

Для выявления наличия углеводородов могут использоваться также дистанционные методы, основанные на регистрации аномалий магнитного и гравитационного полей. Физические механизмы, обуславливающие возможности использования таких методов, связаны с тем, что разрывная тектоника фундамента, а также поднятия и прогибы земной коры, отображающие сдвиговые зоны, проявляются как в первичных регистрируемых гравитационном и магнитном полях, так и в производных, например, в их градиентах. При этом в зонах поднятия наблюдаются отрицательные аномалии гравитационного и магнитного полей, а в зонах прогиба – положительные. Нефтегазоносность усиливает эти эффекты, что позволяет оценивать углеводородный потенциал путем регистрации аномалий магнитного и гравитационного полей [12].

Данные дистанционного зондирования Земли позволяют сократить стоимость и сроки геологоразведочных работ. С их помощью рассматриваются обширные нефтегазоносные территории, в том числе труднодоступные. При комплексной обработке геолого-геофизических данных и космических изображений становится возможным поиск и разведка месторождений полезных ископаемых.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ТАЛАКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

4.1 Выявление зон вертикальной миграции углеводородов

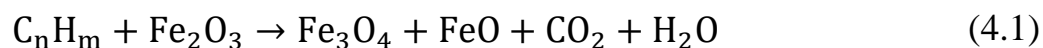
Вертикальная миграция – процесс перемещения флюидов (углеводородов и пластовых вод) в земной коре [15]. Миграция химических соединений или элементов, входящих в состав полезного ископаемого, происходит из каждой залежи. В результате вокруг залежи образуется область существования вещества, входящего в состав полезного ископаемого. Углеводороды, мигрирующие вверх, вызывают окислительно-восстановительные реакции вдоль вертикальных путей миграции и приводят к геохимическим процессам в почвах/породах. Такие изменения могут указывать на зоны, в которых происходит вертикальная миграция [16].

Миграция углеводородов на поверхность может вызывать различные виды изменений почвы/породы [17]:

- микробиологические аномалии;
- минералогические изменения;
- обесцвечивание красноцветных толщ;
- глинистые минеральные изменения;
- электрохимические изменения;
- аномалии излучения;
- биогеохимические и геоботанические аномалии.

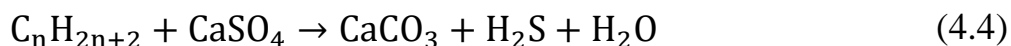
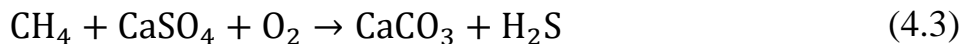
Под воздействием вертикальной миграции углеводородов в результате геохимических процессов происходит обесцвечивание красноцветных толщ, наблюдается повышенное содержание вторичных карбонатов и идет образование глинистых минералов [17,18,19].

Обесцвечивание красноцветных толщ может происходить под действием углеводородов, которые способствуют удалению ионов трехвалентного железа (Fe^{3+}) и образованию ионов двухвалентного железа (Fe^{2+}). Химические реакции показаны в следующих выражениях:





Повышенное содержание вторичных карбонатов также может свидетельствовать о миграции углеводородов на поверхность. Химические реакции показаны в следующих выражениях:



Образование глинистых минералов. Восстановленная и слабокислотная среда, создаваемая мигрирующим на поверхность газом, содержащим CO_2 , H_2S и метан, способствует превращению минералов полевого шпата в глинистые минералы и может превращать обычно стабильные иллитовые глины в каолинит, что тесно связано с проявлениями углеводородов.

Каждый минерал имеет свою индивидуальную отражательную характеристику, которая связана с его химическим составом, степенью и температурой кристаллизации, генезисом [20].

Явление обесцвечивание красноцветных толщ можно обнаружить по спектральным характеристикам поверхности в диапазоне VNIR (видимый и ближний инфракрасный диапазон). В частности, электромагнитный спектр железосодержащих минералов (то есть лимонита, гематита (Fe_2O_3) или гетита) имеет крутой градиент в видимой области. В зонах изменений, минералы с ионами трехвалентного железа, замещаются на минералы с ионами двухвалентного железа (пирит (FeS_2), сидерит ($FeCO_3$), магнетит (Fe_3O_4)) [21].

Карбонатные минералы, такие как кальцит ($CaCO_3$), доломит и магнезит, обладают характеристиками поглощения в районе 2,35 мкм. Карбонаты можно различить и идентифицировать по изменениям их поглощения в диапазоне SWIR (коротковолновый инфракрасный диапазон) [22].

Спектральная характеристика для глинистых минералов – каолинита демонстрирует две диагностические особенности двойного поглощения в SWIR-диапазоне от 1,4 мкм до 1,9 мкм, а также ряд признаков от 2,0 до 2,4 мкм [23]. Также, монтмориллонит обладает характеристикой поглощения в области

2,2 мкм. Кроме того, обесцвечивание красноцветных толщ, как вторичный эффект, может улучшить отражение глинистых минералов в почве [24].

Данные отражательные способности фиксируются с помощью космических снимков. В процессе работы создаются специальные «индексные» изображения. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных для выделения исследуемого объекта, и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние [25].

Блок-схема этапов работы представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Блок-схема этапов работы

Прогнозирование зон вертикальной миграции углеводородов Центрального блока Талаканского месторождения проводилось по космическому снимку Landsat-5 [38]. Дата съемки 18 июня 1986 года (рисунок 4.2). Выбор снимка определялся датой начала разбуривания скважин и строительства площадок месторождения.

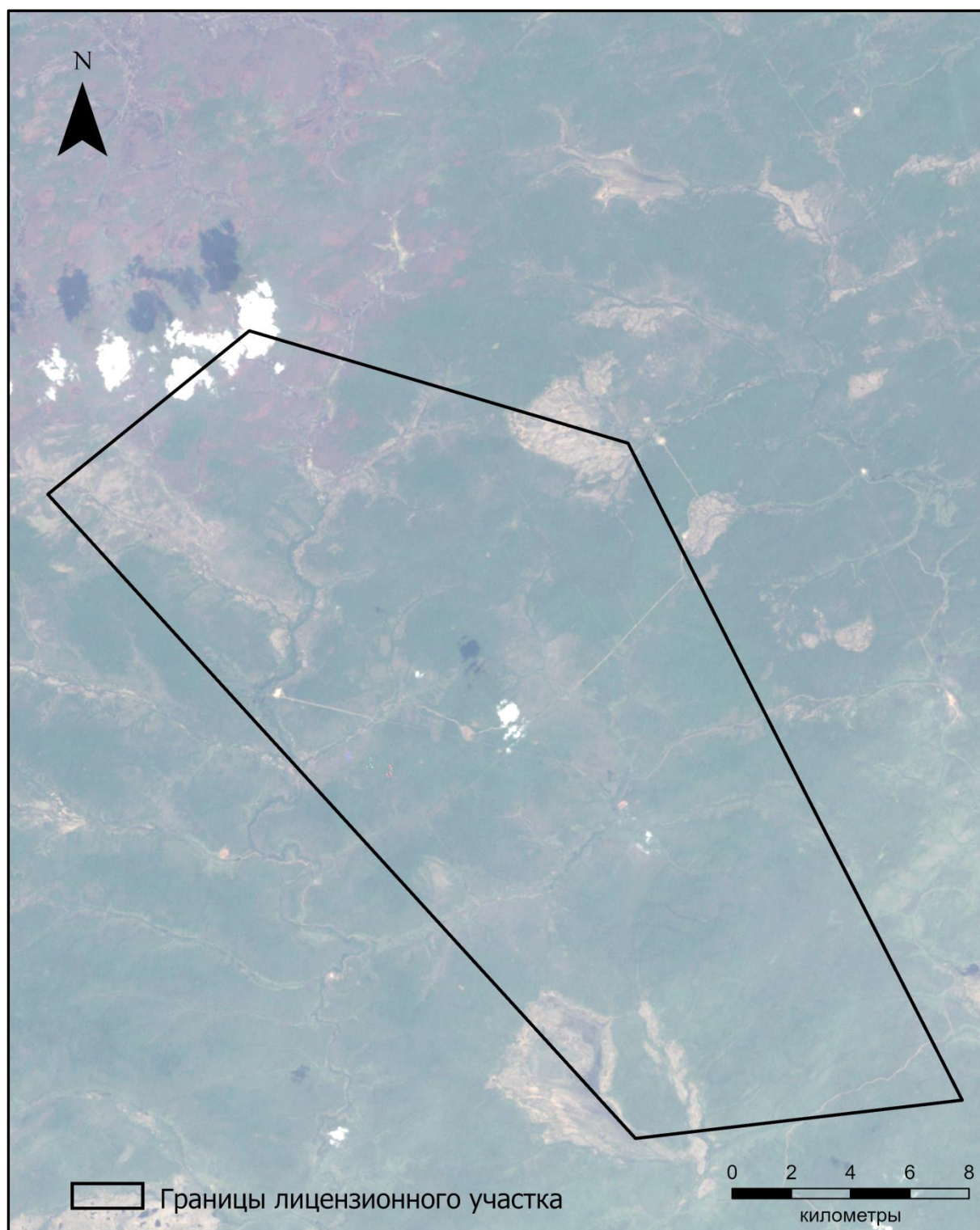


Рисунок 4.2 – Снимок спутника Landsat-5 (Центральный блок Талаканского НГКМ)

В таблице 4.1 представлены соотношения спектральных каналов, используемых для расчета индексов трехвалентного железа (Fe^{3+}), двухвалентного железа (Fe^{2+}), глинистых минералов и карбонатов. На основании соотношений спектральных каналов строятся карты распределения

спектральных индексов. Для того чтобы выделить потенциальные зоны вертикальной миграции углеводородов необходимо создать комплексную карту. Комплексная карта создается на основе карт распределения спектральных индексов. Предварительно необходимо проранжировать (классифицировать) значения.

Таблица 4.1 – Соотношение каналов Landsat-5 для расчета спектральных индексов

Название	Соотношение каналов Landsat 5	
Индекс трехвалентного железа (Fe^{3+})	Red/Green	B3/B2
Индекс двухвалентного железа (Fe^{2+})	(SWIR2/NIR)+(Green/Red)	B7/B4+ B2/B3
Индекс глинистых минералов и карбонатов	SWIR/SWIR2	B5/B7

4.2 Уточнение геологического строения территории с помощью автоматизированного линеаментного анализа

Метод линеаментного анализа может быть эффективно использован для обнаружения и мониторинга линейных структур различной природы, отображаемых на космических изображениях земной поверхности. Анализ снимков позволяет обратить внимание на некоторые тектонические образования, которые прежде недооценивались или вовсе не замечались [27].

Линеамент – это линейный элемент поверхности, выраженный в рельефе и геологическом строении, обусловленный эндогенными процессами. Он соответствует аномалии структурного рисунка поверхности, структурно-фациальных зон, полосы повышенной однообразно ориентированной трещиноватости и новейших деформаций рельефа [26].

Главная задача изучения линеаментов – это выяснение их природы. Для ее решения необходим всесторонний совместный анализ дистанционных материалов и данных, полученных традиционными геологическими, геофизическими, геохимическими и ландшафтно-геоморфологическими методами.

При выполнении анализа использовался блок «Структурный анализ», который реализует методику линеаментного анализа LESSA (Lineament Extraction and Stripe Statistical Analysis).

Данная методика предназначена для автоматизации анализа дистанционных данных различного типа – изображений, схем, цифровых моделей рельефа. LESSA позволяет получить единообразное численное описание рисунка (текстуры) этих данных, описание распределения и ориентации мелких линейных элементов рисунка.

Первый шаг анализа – обнаружение этих линейных элементов (штрихов). На полутонном изображении выявляются спрямленные участки границ областей разной яркости. В бинарном изображении выделяются оси линий. В цифровой модели рельефа выявляются спрямленные участки хребтов

и долин. Для каждой точки штриха определяется его направление с точностью до 22,5 градусов

Второй шаг анализа – подсчет в скользящем окне суммарной длины штрихов каждого направления, плотности штрихов. Эти и другие «ориентационные» характеристики текстуры отображаются растровыми изображениями (матрицами), а также строятся поля векторов, розы-диаграммы. Можно получать розы для разных слоев многозонального изображения или сравнивать разновременные данные. Еще одна возможность анализа штрихов – формирование на их основе прямых, протяженных линеаментов. Пользователь получает возможность просматривать линеаменты, отбирать их по направлению и по степени выраженности, составлять из них схему [28].

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- разработка общей экономической идеи проекта, формирование концепции проекта;
- организация работ по научно-исследовательскому проекту;
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований;
- планирование научно-исследовательских работ;
- оценки коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования [32].

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. В данном проекте сегментом рынка является нефтегазодобывающая отрасль.

Критерии сегментирования:

- отрасль (нефтегазодобывающая);

–определенная услуга (изучение геологического строения месторождения).

Карта сегментирования рынка приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Карта сегментирования рынка услуг

		Виды деятельности		
		Выбор участков для разведки и поиска углеводородов	Выбор залежей для промышленной разработки	Проектные и научные изыскания
Компании по роду деятельности	Научно-исследовательские и проектные институты			X
	Нефтегазодобывающие предприятия	X	X	
	Геолого-разведочные организации	X	X	

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i \quad (5.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Оценочная карта данного анализа приведена в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,16	5	4	4	0,8	0,64	0,64
2. Точность	0,16	3	3	5	0,48	0,48	0,8
3. Скорость	0,14	5	4	4	0,7	0,56	0,56
4. Технологичность	0,14	4	4	4	0,56	0,56	0,56
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	5	4	0,6	0,6	0,48
2. Цена	0,14	4	4	3	0,56	0,56	0,42
3. Время	0,14	5	5	4	0,7	0,7	0,56
Итого	1	31	29	28	4,40	4,10	4,02

5.1.3 SWOT– анализ

SWOT (сильные и слабые стороны, возможности, угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны С1. Наличие собственной лаборатории для проведения исследований С2. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии С3. Внедрение новых узлов оборудования и совершенствования технологических процессов. С4. Квалифицированный персонал	Слабые стороны Сл1. Недостаточная точность проведения исследования Сл2. Риски повышения износа оборудования Сл3. Отсутствие достаточного финансирования проекта
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на предлагаемую разработку В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных разработок В4. Повышение стоимости конкурентных разработок	Угрозы: У1. Появление более эффективной разработки У2. Отсутствие спроса на новые технологии У3. Несвоевременные поставки сырья У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции

После того, как были определены основные стороны проекта, необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Эту матрицу можно использовать в качестве одного из оснований для оценки вариантов стратегического выбора.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Интерактивная матрица проекта

Возможности проекта	Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.
	В1.	+	0	+
	В2.	+	+	+
	В3.	+	+	+
Возможности проекта	Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	В1.	–	–	0
	В2.	–	+	+
	В3.	0	0	+
Угрозы	Сильные стороны проекта			
		С1.	С2.	С3.
	У1.	–	0	+
	У2.	0	+	–
	У3.	0	+	–
Угрозы	Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	У1.	–	+	+
	У2.	0	–	+
	У3.	+	+	+

На третьем этапе работы составляется итоговая матрица SWOT-анализа, которая учитывается при разработке проекта (таблица 5.5)

Таблица 5.5 –SWOT-анализ

	Сильные стороны С1. Наличие собственной лаборатории для проведения исследований С2. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии С3. Внедрение новых узлов оборудования и совершенствования технологических процессов. С4. Квалифицированный персонал	Слабые стороны Сл1. Недостаточная точность проведения исследования Сл2. Риски повышения износа оборудования Сл3. Отсутствие достаточного финансирования проекта
Возможности В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на предлагаемую разработку В3. Уменьшение значимости или достоинства конкурентных разработок В4. Повышение стоимости конкурентных разработок	Использование данной разработки исследования в ТПУ; Большой спрос на применение технологии у нефтяных компаний; Преимущество в стоимости разработки, за счет заявленной экономичности.	Поиск более квалифицированных специалистов в области данного исследования.
Угрозы У1. Появление более эффективной разработки У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства У3. Несвоевременные поставки сырья У4. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции	Создание конкурентоспособного проекта.	В виду отсутствия должного финансирования проекта, могут возникнуть проблемы со сроками предоставления результатов исследований.

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

В процессе разработки проекта независимо от стадии, необходимо проводить оценку его готовности и выявлять уровни собственных знания для ее проведения.

Проведение оценки сопровождается заполнением формы, которая содержит показатели о степени проработанности и о компетенциях

разработчика проекта. Оценка проекта проводится по пятибалльной шкале. Перечень учитываемых показателей приведен в таблице 5.6. Сумма всех учитываемых показателей позволяет сделать выводы о готовности проекта.

Таблица 5.6 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	4
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	5	3
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	4
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	4
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	2	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	5	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	3	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	45	49

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (5.2)$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

Суммарный показатель проекта позволяет говорить о перспективности научного исследования и готовности разработчика к коммерциализации. Градации степени готовности проекта:

от 59 до 45 – то перспективность выше среднего; от 44 до 30 – то перспективность средняя;

от 29 до 15 – то перспективность ниже среднего; 14 и ниже – то перспективность крайне низкая.

По результатам проведенной оценки проекта и готовности разработчика к коммерциализации можно сделать вывод, что научное исследование имеет оценку выше среднего.

Применяя оценку научной разработанности даются прогнозы об улучшении разработки и расчетах инвестирования.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

Создание разработки – это только первый шаг. Необходимо более подробно рассмотреть методы коммерциализации, при которых возможно продвижение научного исследования. К наиболее популярным методам относятся: торговля патентными лицензиями, передача ноу хау, инжиниринг, франчайзинг, организация собственного предприятия, передача интеллектуальной собственности, организация совместного предприятия, организация совместных предприятий (группы).

Для данной магистерской работы наиболее подходящий метод – инжиниринг. Так как первая сторона – мы (исполнитель) может предоставить информацию заказчику (нефтегазовой компании), который в дальнейшем сможет найти ей применение на месторождении.

5.2 Инициация проекта

Инициация проекта состоит из процессов, которые выполняются для нового проекта или новой стадии проекта. Для этого определяются начальные цели, содержание, фиксируются ресурсы. Также определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта (таблица 5.7).

Таблица 5.7– Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Нефтегазодобывающие предприятия	Уточнение геологического строения месторождения, необходимое для проведения более тщательных геолого-разведочных мероприятий.
Геолого-разведочные компании	

В таблице 5.8 представлена информация о целях проекта, критериях достижения целей, а также требования к результатам проекта.

Таблица 5.8 – Цели и результаты проекта

Цели проекта	Изучение геологического строения Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения
Ожидаемые результаты проекта	Уточнение геологического строения месторождения на основе геоинформационного анализа материалов многоспектральной космической съемки

Продолжение таблицы 5.8

Цели проекта	Изучение геологического строения Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения
Критерии приемки результата проекта	Проработанный и обоснованный проект изучения Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения
Требования к результату проекта	Проект должен быть сдан вовремя
	Проект должен удовлетворять требованиям заказчика

В таблице 5.9 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 5.9 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, ч.
1	Янкович Елена Петровна, НИ ТПУ, отделение геологии, доцент, к.г.- м.н	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2	Сеничев Дмитрий Андреевич, НИ ТПУ, отделение геологии, магистрант 2 года обучения	Исполнитель проекта	Анализ литературных источников, лабораторные исследования, написание работы	1600
ИТОГО:				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 2.4).

Таблица 5.10 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Бюджет проекта	1106976
Источник финансирования	НИИ ТПУ
Сроки проекта	01.09.2020–31.05.2021
Дата утверждения плана управления проектом	06.09.2020
Дата завершения проекта	31.05.2021

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

В процессе создания ИСР (рисунок 5.1) структурируется и определяется содержание всего проекта.



Рисунок 5.1 – Иерархическая структура работ

5.3.2 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный график проекта в виде таблицы (таблица 5.11).

Таблица 5.11 – Календарный график проекта

Вид работ	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Определение тематики магистерской диссертации	6	01.10.20	07.10.20	Янкович Е.П. Сеничев Д.А.
Согласование плана диссертации	3	08.10.20	11.10.20	Янкович Е.П. Сеничев Д.А.










Продолжение таблицы 5.11

Вид работ	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
Литературный обзор по выбранной теме	100	11.10.20	21.01.21	Сеничев Д.А.
Лабораторные исследования	50	21.01.21	02.03.21	Сеничев Д.А.
Обсуждение результатов и проработка полученных данных	30	02.03.21	01.04.21	Янкович Е.П. Сеничев Д.А.
Оформление магистерской диссертации	54	01.04.21	31.05.21	Сеничев Д.А.

По полученному календарному графику проекта была построена диаграмма Ганта (таблица 5.12).

На диаграмме работы, выполняемые исполнителем (магистрантом) обозначены сиреневым цветом, а работы, выполняемые руководителем (научный руководитель) обозначены голубым цветом.

Таблица 5.12 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Вид работ	Состав участнико в	Длите льнос ть работ ы, дней	Продолжительность выполнения работ																										
			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Определение тематики магистерской диссертации	Янкович Е.П.	6																											
	Сеничев Д.А.																												
Согласование плана диссертации	Янкович Е.П.	3																											
	Сеничев Д.А.																												
Литературный обзор по выбранной теме	Сеничев Д.А.	100																											
Лабораторные исследования	Сеничев Д.А.	50																											
Обсуждение результатов и проработка полученных данных	Янкович Е.П.	30																											
	Сеничев Д.А.																												
Оформление магистерской диссертации	Сеничев Д.А.	54																											

5.3.3 Бюджет научного исследования

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме.

В стоимость материальных затрат включили транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены).

Результаты расчета затрат на сырье, материалы и покупные изделия в процессе проведения НИР представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
<i>Канцелярские принадлежности</i>			
Бумага А4 (500 листов)	1	320	320
<i>Затраты на электроэнергию</i>			
1122 вт		2,45	2749
Итого по статьеСм			3069

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 5.14).

Таблица 5.14 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена,руб	Сумма,руб
Принтер HP LaserJet	шт.	1	7990	7990
Ноутбук(ASUS)	шт.	1	32000	32000
Программное обеспечение ArcGis	шт.	1	270 200	270 200
Программное обеспечение Microsoft office	шт.	1	2500	2500
Итого:				312690

Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ

по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Статья включает основную заработную плату работников и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (5.3)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб} \quad (5.4)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d} \quad (5.5)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5–дневная неделя;

при отпуске в 56 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6–дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер (дипломник)
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	58	62
- выходные дни	44	48
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени	56	28
- отпуск	56	28
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}} \quad (5.6)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * K_{\text{р}} \quad (5.7)$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет основной заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводился без учета премиального коэффициента $K_{\text{пр}}$ (определяется Положением об оплате труда) и коэффициент доплат и надбавок $K_{\text{д}}$.

Согласно информации сайта Томского политехнического университета должностной оклад (ППС) научного сотрудника кандидата наук в 2021 году без учета РК составил 33664 руб., исполнителя – 25600 руб.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 5.16.

Таблица 5.16– Расчет основной заработной платы

Исполнитель	З _б , руб.	k _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	T _{раб} , раб. дн.	З _{осн} , руб
Руководитель	33664	1,3	43763,2	1952,8	32	62489,0
Инженер	25600	1,3	33280	1355,4	199	269724,6

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10–15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} * k_{\text{доп}} \quad (5.8)$$

где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 5.17 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 5.17 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	62489,0	269724,6
Дополнительная зарплата	9373,3	40458,7
Итого по статье С _{зн}	71862,3	310183,3

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$С_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (5.9)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 год, вводится пониженная

ставка – 27,1%. Стипендиальный выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют 103534,4 руб.

Накладные расходы

Данная статья расходов формируется с учетом затрат на управление хозяйственным обслуживанием, в определённой сфере деятельности. Сюда также относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др.

Накладные расходы составляют 80–100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (5.10)$$

$$C_{\text{накл}} = 0,8 \times (71862,3 + 310183,3) = 305636,5$$

Где $k_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов.

Таким образом, $C_{\text{накл}}=305636,5$ руб.

Затраты проекта приведены в таблице 5.18.

Таблица 5.18– Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп. заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	3069	312690	332214	49832	103534	–	–	–	305637	1106976
Аналог	3000	354008	356987	25434	75888	77367	–	–	356743	1249427

5.3.4 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 3.2.



Рисунок 5.2– Проектная структура проекта

5.3.5 Матрица ответственности

С целью распределения ответственности между участниками проекта сформирована матрица ответственности (таблица 5.19).

Таблица 5.19 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель проекта	Магистрант
Формирование актуальной проблемы	И	О
Выбор методики решения	С	И
Литературный обзор	С	И
Проведение расчетов	С	И
Анализ полученных данных	С	И
Структурирование и оформление результатов	С	И

5.3.6 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 5.20).

Таблица 5.20 –План управления коммуникациями

№п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно

Продолжение таблицы 5.20

№п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
2	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно
3	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю, экспертам	Не позже сроков графиков и контрольных точек
4	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

5.3.7. Реестр рисков проекта

Вовремя идентифицированные риски позволяют избежать нежелательные эффекты в ходе разработки проекта. Риски проекта приведены в таблице 5.21.

Таблица 5.21 – Риски проекта

Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1–5)	Влияние риска (1–5)	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
Неточный прогноз	Некорректность дальнейших расчетов	4	5	Высокий	Проработка и учет факторов	Недостаток Количества информации
Погрешность в расчетах	Неудовлетворительные Экспериментальные данные	3	5	Средний	Устранение факторов погрешности	Несоблюдение методики, невнимательность

5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность научного ресурсосберегающего проекта включает в себя социальную эффективность, экономическую и бюджетную эффективность. Показатели общественной эффективности учитывают социально–экономические последствия осуществления инвестиционного проекта как для общества в целом, в том числе непосредственные результаты и затраты проекта, так и затраты, и результаты в смежных секторах экономики.

5.4.1. Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0 \quad (5.11)$$

где: $ЧДП_{опt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 5.22. При расчете рентабельность проекта составляла 20 %, амортизационные отчисления 10 %. $Аг = Сперв * На / 100$

Таблица 5.22 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1328371	1328371	1328371	1328371
2	Итого приток, руб.	0	1328371	1328371	1328371	1328371
3	Инвестиционные издержки, руб.	-1106976	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	588290	588290	588290	588290
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	740081	740081	740081	740081
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	148016	148016	148016	148016
7	Итого отток, руб.	-1106976	736306	736306	736306	736306
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	592065	592065	592065	592065
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	-1106976	702763	702763	702763	702763
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833	0,694	0,578	0,482
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	-1106976	585401	487717	406197	338732
12	$\sum \text{ЧДД}$	1818047				
12	Итого NPV, руб.	711071				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t} \quad (5.12)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 711071 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности(PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 \quad (5.13)$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{1818047}{1106976} = 1,64$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $=0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 5.23 и на рисунке 5.3.

Таблица 5.23 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб,
1	Чистые денежные потоки, руб,	-1106976	702763	702763	702763	702763	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	

Продолжение таблицы 5.23

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб,
3	Дисконтированный денежный поток, руб,						
	0,1	-1106976	638811	580482	527775	479987	1120079
	0,2	-1106976	585401	487717	406197	338732	711071
	0,3	-1106976	540424	416035	319757	245967	415208
	0,4	-1106976	501772	358409	255806	182718	191729
	0,5	-1106976	468743	312027	207315	139147	20255
	0,6	-1106976	439227	274077	171474	107523	-114675
	0,7	-1106976	413224	235425	142661	78709	-236956
	0,8	-1106976	390736	217154	120172	66762	-312152
	0,9	-1106976	369653	194665	102603	54113	-385942
	1	-1106976	351381	175691	87845	43571	-448487



Рисунок 5.3 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,51.

Запас экономической прочности проекта: $51\% - 20\% = 31\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 5.24).

Таблица 5.24 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-1106976	585401	487717	406197	338732
2	То же нарастающим итогом, руб.	-1106976	-521575	-33858	372339	711071
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 2 + (33858/406197) = 2,08$ года				

5.4.1 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования (таблица 5.25). Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_m^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}, \quad (5.14)$$

где I_m^p – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a \quad (5.15)$$

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p \quad (5.16)$$

где I_m – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

a_i – весовой коэффициент i-го параметра;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Таблица 5.25 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	4	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	4	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4	4
4. Энергосбережение	0,20	4	3	5
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4	3
ИТОГО	1	4,3	3,9	4,2

$$I_{\text{тп}} = 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,3;$$

$$\text{Аналог 1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,9;$$

$$\text{Аналог 2} = 4 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,15 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a} \quad (5.17)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a} \quad (5.18)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 5.26 [32].

Таблица 5.26 – Сравнительная эффективность разработки

№п /п	Показатели	Текущий проект	Аналог1	Аналог2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,19	0,17	0,17
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,3	3,9	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	22,6	22,9	24,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,221	0,218	0,202

Вывод: сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской

диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 711071 руб.; индекс доходности $PI=1,64$, внутренняя ставка доходности $IRR=51\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=2,08$ года.

Таким образом, мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Понятие «Социальная ответственность» сформулировано в международном стандарте ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации». В нём рассматриваются вопросы соблюдения прав персонала на труд, выполнения требований к безопасности и гигиене труда, к промышленной безопасности, охране окружающей среды и ресурсосбережению. В соответствии со стандартом целями составления настоящего раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве, и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Вопросы, связанные с социальной ответственностью, регулируются государством через законы. Российский специалист обязан знать и соблюдать законодательство в данной области, что позволит минимизировать негативное действие производства и проектируемых разработок.

Данная работа была проведена за персональным компьютером, поэтому в рамках текущего раздела будут рассмотрены соответствующие вопросы, связанные со следующими компонентами охраны труда:

- выявление и изучение вредных и опасных производственных факторов при работе с ПЭВМ;

- региональная безопасность;

- безопасность в чрезвычайных ситуациях;

- охрана окружающей среды;

- правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности;

Рабочее место расположено в аудитории № 601Б двадцатого корпуса ТПУ, площадь которой 36 м², имеет естественное и искусственное освещение. Площадь на одно рабочее место с ПЭВМ составляет не менее 4 м². В аудитории расположено 12 персональных компьютеров.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При разработке данного раздела учитывались необходимые нормы и требования законов Российской Федерации при работе за компьютером.

6.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Лица, работающие с ПЭВМ более 50% рабочего времени, должны проходить обязательные предварительные при поступлении на работу и периодические медицинские осмотры в установленном порядке, в соответствии с пунктом 13.1 статьи 13 Постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 № 118 [41].

Нормальная продолжительность рабочего времени согласно Трудового кодекса РФ не может превышать 40 часов в неделю. Согласно статье 92 Трудового кодекса РФ сокращенная продолжительность рабочего времени при проведении работ профессионально связанных с эксплуатацией ПЭВМ не предусмотрена.

В соответствии с типовой инструкцией по охране труда при работе на персональном компьютере ТОО Р-45-084-01, продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать двух часов. Согласно статье 111 Трудового кодекса РФ при шестидневной рабочей неделе работникам предоставляются один выходной день в неделю – воскресенье.

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (рабочее место для выполнения работ, в положении сидя) [42] конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы.

При организации рабочего места должны быть соблюдены следующие основные условия:

- оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места;
- достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения;

– необходимо естественное и искусственное освещение для выполнения поставленных задач;

– уровень акустического шума не должен превышать допустимого значения.

Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации.

6.2 Производственная безопасность

Работы на электронно–вычислительных машинах проводятся в помещении, соответствующем Санитарных правил и норм. Для выявления факторов опасности при работе на компьютере производится анализ классификации факторов опасности по ГОСТ 12.0.003-2015 [43].

Опасные и вредные факторы для данной работы приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Отладка	Тестирование	
Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
Превышение уровня шума	+	+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.

Продолжение таблицы 6.1

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Отладка	Тестирование	
Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038- 82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
Повышенный уровень электромагнитного излучения	+	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

6.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния

организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с ЭВМ устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [42]. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 6.2.

Если температура воздуха отличается от нормальной, то время пребывания в таком помещении должно быть ограничено в зависимости от категории тяжести работ.

Таблица 6.2 – Допустимые величины показателей микроклимата

Сезон года	Категория тяжести выполняемых работ	Температура, С		Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/сек	
		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(22÷24)	(19÷24)	55	(15÷75)	0,1	≤0,1
Теплый	Ia	(23÷25)	(20÷28)	55	(15÷75)	0,1	≤0,2

Таблица 6.3 – Рекомендуемое время работы при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
17	6
18	7

Таблица 6.4 – Рекомендуемое время работы при температуре воздуха выше допустимых величин

Температура воздуха, °С	Время пребывания, не более, ч
30,0	5
29,5	5,5
29,0	6

6.2.2 Превышение уровня шума

Люди, которым приходится работать в условиях длительного шума, обычно имеют головные боли, раздражительность, сталкиваются со снижением памяти, повышенной утомляемостью, также у многих понижен аппетит, есть боли в ушах и т. д. Перечисленные факты снижают производительность, работоспособность человека, а также качество труда.

Шумовой фон помещения создают одновременно работающие компьютеров. Также возникает шум, исходящий от принтера или телефонных аппаратов.

Во избежание негативных последствий от производственного шума, его необходимо регулировать в соответствие с нормами, которые указаны в ГОСТ 12.1.003-2014 [8], СанПиН 2.2.4/2.4.1340-03 [41].

Допустимые уровни звука и звукового давления для рабочего места программиста согласно вышеуказанному ГОСТу представлены в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Предельно допустимые уровни звука

Рабочее место	Уровни звука и звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Учебная аудитория	86	71	61	54	49	45	42	40	38

Т.е. допустимый уровень звукового давления колеблется от 38 дБ до 86 дБ при частоте от 8000 Гц до 31,5 Гц, соответственно.

6.2.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны – это вредный производственным фактор, возникающим при работе с ПЭВМ, уровни которого регламентируются СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Работа с компьютером предполагает постоянный зрительный контакт с дисплеем и занимает 80 % от рабочего времени. Недостаточное освещение снижает производительность труда, повышает утомляемость и количество допускаемых ошибок в процессе работы, а также приводит к снижению зрения.

С целью обеспечения требуемых норм освещенности произведём расчёт искусственной освещенности горизонтальной рабочей поверхности методом коэффициента светового потока. Для расчета используем параметры помещения:

Ширина комнаты $b = 6$ м;

Длина комнаты $a = 6$ м;

Высота комнаты $H = 2,8$ м.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне $\lambda \in [1,1-1,3]$.

Выбираем лампу дневного света ЛД – 40, световой поток которой равен ФЛД = 2300 Лм. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР–2–40 (2 лампы, мощностью по 40 Вт каждая). Длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности i .

$$i = \frac{S}{(a + b) \times h} \quad (6.1)$$

где S – площадь помещения;

h – расчетная высота подвеса светильника, м;

a и b – длина и ширина помещения, м.

Тогда высота светильника над рабочей поверхностью h :

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55 \text{ м} \quad (6.2)$$

где H – высота помещения, м;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

h_p – высота рабочей поверхности, м.

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности i равен

$$i = \frac{S}{(a + b) \times h} = \frac{36}{(6 + 6) \times 1,55} = 1,9 \quad (6.3)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$i = \lambda \times h = 1,1 \times 1,55 = 1,6 \text{ м} \quad (6.4)$$

Расстояние от крайнего ряда светильников до стены:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м} \quad (6.5)$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{(B - \frac{2}{3}L)}{L} = \frac{(6 - \frac{2}{3} \times 1,6)}{1,6} + 1 \approx 4 \quad (6.6)$$

$$n_{\text{св}} = \frac{(A + \frac{2}{3}L)}{l_{\text{св}} + 0,5} = \frac{(6 + \frac{2}{3} \times 1,6)}{1,23 + 0,5} \approx 4 \quad (6.7)$$

Светильники в аудитории размещены в 4 ряда по 4 каждом. Общее число ламп – 32. Схема размещения представлена на рисунке 6.1.

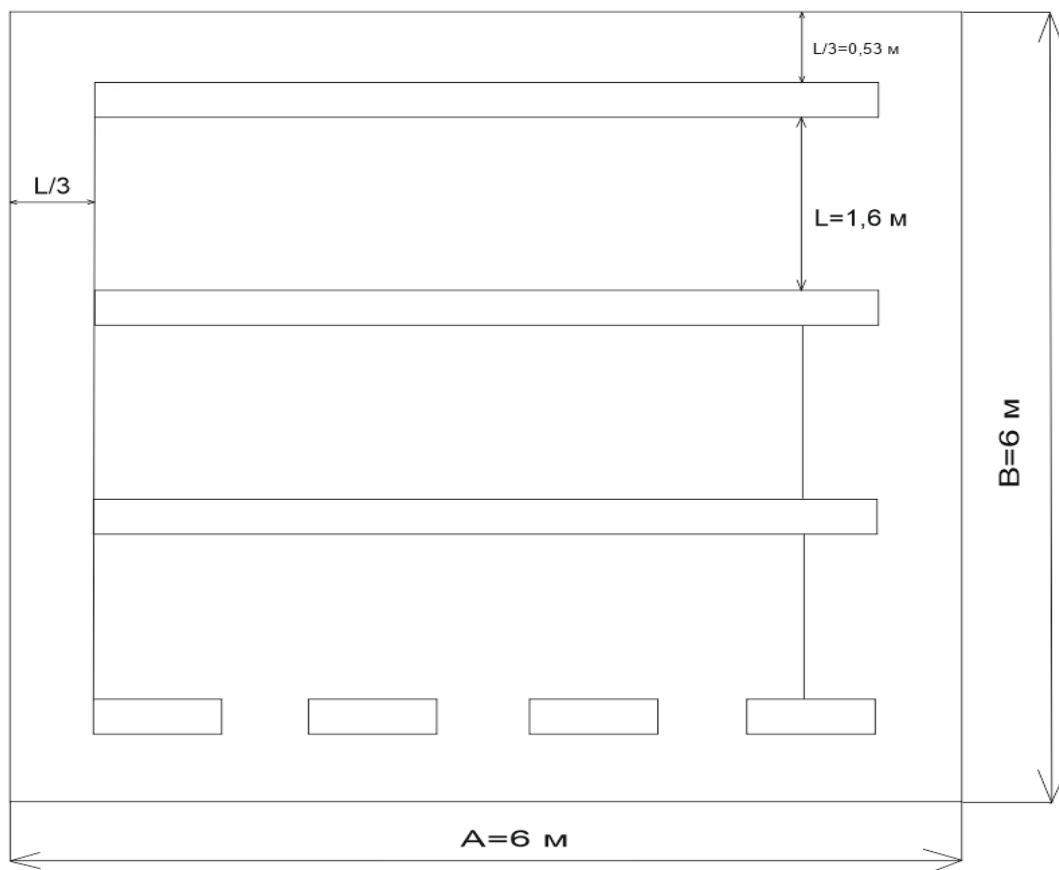


Рисунок 6.1 – План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами

Находим индекс помещения

$$i = \frac{S}{h \times (A + B)} = \frac{36}{1,55 \times (6 + 6)} = 1,9 \quad (6.8)$$

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \times S \times K_3 \times Z}{N_{\text{л}} \times \eta} \quad (6.9)$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, 2 м;

K_3 – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т. е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{\text{ср}}/E_{\text{min}}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения с малым выделением пыли, в связи с этим $K_3 = 1,5$;

Состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка $p_n = 70$;

Состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен $p_c = 50$.

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $p_n = 70$ %, $p_c = 50$ % и индексе помещения $i = 1,9$ равен $\eta = 0,52$.

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600 лк.

$$\Phi = \frac{E_n \times S \times K_3 \times Z}{N_{\text{л}} \times \eta} = \frac{600 \times 36 \times 1,5 \times 1,1}{32 \times 0,52} = 2141 \text{ Лм}$$

Для люминесцентных ламп с мощностью 40 Вт и напряжением сети 220 В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{Л.РАСЧ}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \times 100\% \leq 20\% \quad (6.10)$$

$$\frac{2300 - 2141}{2300} \times 100\% = 6,9\%$$

$$-10\% \leq 6,9\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток светильника типа ОДОР-2-40 в аудитории № 601Б двадцатого корпуса ТПУ не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Электрический ток представляет собой опасность, которая не предупреждает о своем присутствии (нет видимых движущихся частей, свечения, запаха, шума), а в случае повреждения электроустановок (принтер, персональный компьютер, проектор, сканер), вокруг места повреждения

возникает опасное электрическое поле. Особенно опасно прикосновение человека к токоведущим частям находящимся под напряжением. Вследствие теплового воздействия электрического тока при непосредственном прикосновении человека к токоведущим частям и при воздействии электрической дуги возникают внешние местные поражения (ожоги). Ожоги могут быть поверхностные или глубокие, сопровождающиеся поражением не только кожных покровов, но и подкожной ткани, жира, глуболежащих мышц и кости.

Различают три степени электрических ожогов:

1. Покраснение кожи.
2. Образование пузырей.
3. Обугливание и омертвление кожи.

Раны от ожогов заживают очень долго, а поражение 2/3 поверхности тела может привести к смертельному исходу. Возникают также механические повреждения — разрыв тканей и некоторых внутренних органов, это может быть следствием динамических перенапряжений при прохождении через тело человека электрического тока (практически — тока короткого замыкания). Наибольшую опасность при всех видах поражения представляет электроудар, когда при прохождении тока через тело человека поражается весь организм в целом, возникают судороги, расстройство дыхания, аритмия работы сердца. Степень опасности силы тока зависит от силы тока, проходящего через организм. Если сила тока, проходящего через организм 1,5 мА (при постоянном напряжении), то в месте контакта с токоведущими частями ощущается зуд и нагрев. Такую силу тока называют порогом ощущения. Увеличение силы тока до 10 мА при переменном и до 50 мА при постоянном напряжении вызывает у человека сильные боли в пальцах и кистях рук. При такой силе тока человек еще может самостоятельно оторваться от токоведущих частей. Такую силу тока называют условно безопасной. Дальнейшее увеличение от 10 мА до 100 мА при переменном и от 50 мА до 100 мА при постоянном напряжении вызывает очень сильные боли, руки парализуются, наступает паралич дыхания, самостоятельно

оторваться от токоведущих частей невозможно. Сила тока при снижении сопротивления человеческого тела постоянно возрастает и при достижении 100 мА, как при переменном, так и при постоянном напряжении наступает клиническая смерть (отсутствие внешних признаков жизни).

Опасное и вредное воздействие на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

6.2.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения

Электромагнитное излучение - распространяющееся в пространстве возмущение электрических и магнитных полей. Источниками электромагнитного излучения в данном исследовании являются мониторы и системный блок. Нормы электромагнитных полей, создаваемых ПЭВМ приведены в таблице 6.6, в соответствии с [42].

Таблица 6.6 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК

Наименование параметров		ВД УЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

6.3 Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

6.3.1 Отклонение показателей микроклимата

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном

микроклимате, и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Для поддержания оптимальных значений параметров микроклимата на рабочих местах рекомендуется оснащать их системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. В аудитории выполняется ежедневная влажная уборка. Помещение проветривается после каждого часа работы.

6.3.2 Повышенный уровень шума

В исследовательских аудиториях имеют место шумы различного рода, которые генерируются как внутренними, так и внешними источниками шумов. В рассматриваемом случае внутренними источниками шумов являются рабочее оборудование, а именно персональный компьютер, вентиляционная система, а также компьютерная техника других студентов, находящихся в аудитории.

При возможном превышении ПДУ возможно заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63– 8000 Гц. Звукопоглощающие облицовки по виду используемого звукопоглощающего материала имеют следующие конструкции: облицовки из жестких однородных пористых материалов; облицовки с перфорированным покрытием в защитных оболочках из ткани и пленки. В качестве пористых материалов применяют плиты минераловатные холсты из супертонкого стекловолокна, маты из супертонкого базальтового волокна, вспененные полимерные материалы и комбинированные.

Уровень шума в данном помещении соответствует нормам и создает нормальные условия для работы.

6.3.3 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рабочие столы следует размещать таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Также как средство защиты для минимизации воздействия фактора следует установка местного освещения из-за недостаточной освещенности, оконные проемы должны быть оборудованы регулируемые устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Если помещение не соответствует вышеописанным нормам то это влечет за собой ухудшение здоровья рабочих и как следствие ухудшение рабочего процесса.

В пункте 6.2.3 были произведены расчеты, которые позволили установить, что световой поток светильника не выходит за пределы требуемого диапазона.

6.3.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Основными мероприятиями по защите от поражения электрическим током являются:

- обеспечение недоступности токоведущих частей путём использования изоляции в корпусах оборудования;
- применение средств коллективной защиты от поражения электрическим током;
- использование защитного заземления, защитного зануления, защитного отключения;
- использование устройств бесперебойного питания [46].

6.3.5 Повышенный уровень электромагнитного излучения

При возможном превышении ПДУ возможны следующие меры защиты:

- увеличение расстояния между источником ЭМИ и рабочей зоной;
- установка отражающих или поглощающих экранов, размещение в специальных оболочках токоведущих элементов аппаратов и устройств.

6.4 Экологическая безопасность

6.4.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Исходя из тематики ВКР можно сделать вывод, что данное исследование не оказывает особого влияния на окружающую среду. Взаимодействие в случае

данной работы происходит лишь с программным продуктом, который далее так и остается в виде программного кода или приложения, не привязанного ни к каким потенциально опасным системам.

6.4.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

Процесс исследования также не оказывает существенного влияния на состояние окружающей среды, т. к. исследование производится в учебной аудитории без применения природных ресурсов.

Основными отходами являются черновики бумаги и отработавшие люминесцентные лампы. Люминесцентные лампы упаковывают в герметичную тару и отправляют на предприятие, утилизирующее ртутьсодержащие отходы.

Воздействие на литосферу предусматривает под собой утилизацию электронной техники: компьютеров, сканеров и т.п. Утилизация такого оборудования является достаточно сложной, так как они имеют сложную структуру. Непосредственная переработка большей части компонентов включает в себя их сортировку, последующую гомогенизацию и отправку для повторного использования, т.е. с предварительным помолом или переплавкой.

6.4.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды

Снижение загрязнения возможно за счёт совершенствования оборудования, производящего электроэнергию, применения более экономичных и результативных технологий, использования новых методов получения электроэнергии и внедрения современных методов и способов очистки и обезвреживания отходов производства. Кроме того, эта проблема должна решаться и за счёт эффективного и экономного использования электроэнергии самими потребителями. Это использование более экономичного оборудования, а также эффективного режима загрузки этого оборудования. Сюда также включается и соблюдение производственной дисциплины в рамках правильного использования электроэнергии.

Из этого можно сделать простой вывод, что необходимо стремиться к снижению энергопотребления, то есть разрабатывать и внедрять системы с малым энергопотреблением.

В современных компьютерах повсеместно используются режимы с пониженным потреблением электроэнергии при длительном простое.

6.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В Томске преобладает континентально-циклонический климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют.

Возможными ЧС могут быть аварии на электросетях и пожар.

Пожар представляет большую опасность и наносит огромный ущерб приборам, компьютерам, инструментам и комплектам документов, представляющих значительную ценность. Кроме того, пожар опасен для жизни человека. Во избежание пожаров необходимо проведение пожарной профилактики.

Пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Согласно СНиП 21–01–97 [47], по взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу П. В помещении для тушения возгораний предусмотрено использование углекислотного огнетушителя ОУ–3 для тушения возгораний классов А, В и электроустановок до 10 кВ при температуре воздуха –40°С до + 50°С.

Таким образом, состояние помещения соответствует нормам пожаробезопасности. Помещение, в котором выполнялась работа, относится к категории «Д», с пониженной пожароопасностью.

В целях профилактики организации действий при пожаре, необходимо проводить следующий комплекс организационных мер:

- обеспечение регулярной проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения;
- проведение инструктажа и тренировки по действиям в случае пожара.

Во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации людей при пожаре и других ЧС», регламентирующие действия персонала при возникновении пожара.

Для предотвращения пожара помещение с ПЭВМ должно быть оборудовано первичными средствами пожаротушения: углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 или ОУ-5; пожарной сигнализацией, а также, в некоторых случаях, автоматической установкой объемного газового пожаротушения.

Вывод: проанализировав и оценив условия труда в рабочем помещении, где выполнялся дипломный проект, можно сделать следующие выводы: помещение удовлетворяет нормам микроклимата, шума и освещения. Вероятность поражения электрическим током минимальна. Температурный режим, влажность воздуха и химическая среда не способствуют разрушению изоляции электрооборудования. По состоянию пожаробезопасности помещение соответствует нормам. При написании ВКР вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, следовательно, никакого ущерба окружающей среде нанесено не было. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье работника за ПЭВМ необходимо делать перерывы при непрерывной работе более 4 часов и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения диссертационной работы было уточнено геологическое строение Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения по материалам дешифрирования космоснимков и геолого-геофизическим данным.

Талаканское нефтегазоконденсатное месторождение расположено в юго-западной части Республики Саха (Якутия). В геологическом строении района работ принимают участие образования архея-нижнего протерозоя (фундамент), протерозоя (рифей и венд), палеозоя (кембрий), мезозоя и четвертичные отложения. Наибольший интерес на площади Талаканского месторождения представляет осинский горизонт кембрийского комплекса межсолевой его части. В тектоническом отношении месторождение имеет блоковое строение. Серией дизъюнктивных нарушений раздроблено на три крупных тектонических блока, получивших названия: Таранский, Центральный и Восточный. Наиболее изучен глубоким бурением и сейсморазведкой Центральный блок, контролирующий основные по запасам залежи нефти. Породы-коллекторы имеют относительно неглубокое расположение к поверхности Земли. Структура порового пространства имеет сложную форму. Нефтяной пласт имеет высокую послойную неоднородность. Нефть залегает в карбонатных породах (доломиты). Для месторождения характерна большая засоленность пород и пластовых вод, низкая пластовая температура.

На основании соотношений спектральных каналов были построены карты распределения спектральных индексов трёхвалентного железа (Fe^{3+}), двухвалентного железа (Fe^{2+}), глинистых минералов и карбонатов с учётом интенсивности их проявления на поверхности исследуемой территории. Также была построена комплексная карта потенциальных зон вертикальной миграции углеводородов. Перспективными для разбуривания новых скважин можно считать северо-восточную (район скважины № 17972) и центральную (район скважины №17927) части блока.

При выполнении автоматизированного линеаментного анализа подтверждено блоковое строение месторождения, приуроченность территории к областям поднятия, северо-восточное простирание Центрального блока. Также была построена карта прогнозируемых разломов. Известные пробуренные скважины попадают на области прогнозируемых разломов. Большее число разломов преобладает в центральной части блока..

Таким образом, в ходе выполнения работы:

- проведен анализ геологического строения и степени изученности Талаканского месторождения;
- проанализированы методы получения геологической информации по космическим изображениям;
- выделены потенциальные зоны вертикальной миграции углеводородов с помощью спектральных индексов;
- уточнено геологическое строение территории с помощью автоматизированного линеаментного анализа;

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СТУДЕНТА

1. Сеничев Д. А. Применение геоинформационных систем в нефтегазовой отрасли / Д. А. Сеничев; науч. рук. Е. П. Янкович // Проблемы геологии и освоения недр : труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Томск, 6-10 апреля 2020 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2020. — Т. 1. — [С. 239-240].
2. Сеничев Д. А. Особенности геологического строения Талаканского нефтегазоконденсатного месторождения / Д. А. Сеничев // Геология в развивающемся мире: Сборник научных трудов по материалам XIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Пермь, 15–17 апреля 2020 года. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – С. 327-329.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Притула Ю.А. Геология и нефтегазоносность юга Сибирской платформ. – Л.: Недра, 1966. – 160 с.
2. Анциферов А.С. Непско-Ботуобинская антеклиза – новая перспективная область добычи нефти и газа на Востоке СССР / Анциферов А.С., Бакин В.Е., Воробьев В.Н. – Новосибирск: Наука, 1986.
3. Конторович А. Э. Тектоническая карта венд-нижнепалеозойского структурного яруса Лено-Тунгусской провинции сибирской платформы / А. Э. Конторович, С. Ю. Беляев, А. А. Конторович [и др.] // Геология и геофизика. – 2009. – Т. 50. – № 8. – С. 851-862.
4. Арчegov В. Б. История нефтегазoгеологических работ на территории Сибирской платформы и сопредельных структур / В. Б. Арчegov, В. А. Степанов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2009. – Т. 4. – № 1. – С. 1-11.
5. Мельников Н. В. Зоны нефтегазонакопления в районах проведения геолого-разведочных работ Лено-Тунгусской провинции / Н. В. Мельников, П. Н. Мельников, Е. В. Смирнов // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52. – № 8. – С. 1151-1163.
6. Косачук Г. П. К вопросу о формировании нефтяных залежей (оторочек) месторождений Непско-Ботуобинской антеклизы / Г. П. Косачук, С. В. Буракова, С. И. Буточкина [и др.] // Научно-технический сборник Вести газовой науки. – 2013. – № 5(16). – С. 114-123.
7. Трифонов В.Г. Геологическое изучение Земли из космоса / Трифонов В.Г., Макаров В.И., Дервянко О.С., Панин В.М., Петренко А.С., Скобелев С.Ф., Флоренский П.В., Шорин-Константинов Б.П. – М.: Наука. 1978. 228 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 317).
8. Трофимов Д.М. Эволюция космических методов, результаты их использования в нефтегазопoисковых работах за период 1988-2007 гг. и потенциальные возможности в будущем. Геоматика №1. 2009. 7-17 с.

9. Смирнова И. О. Обзор зарубежных достижений за последние пять лет в области использования мульти-и гиперспектральных спутниковых данных и современных методов их обработки в геологических исследованиях /И. О. Смирнова, А. А. Кирсанов, Н. В. Камышникова. – Санкт-Петербург. 2020. 18 с.
10. Дворкин А.А. Новейшие и перспективные спутники дистанционного зондирования Земли / А.А. Дворкин, Дудкин С. А. – 2013. С. 16-37.
11. Серебряков В.Б. Применение космических данных в комплексе работ при поиске нефти и газа 35–38. Геоматика №1 – 2009.
12. Трифионов В.Г. 30 лет геологических исследований с помощью космических средств. Тенденции, достижения, перспективы. – Исследование Земли из космоса. 2010. № 1. С. 27–39.
13. Малинников В.А. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами. Учебное пособие для студентов вузов / Малинников В.А., Стеценко А.Ф., Алтынов А.Е., Попов С.М. – М.: Изд. МИИГАиК. 2008 г., 145 с.
14. Шихов А.Н. Тематическое дешифрирование и интерпретация космических снимков среднего и высокого пространственного разрешения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Шихов А.Н., Герасимов А. П., Пономарчук А. И., Перминова Е. С. – Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. 191 с.: ил. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/shikhov-gerasimov-ponomarchukperminova-tematicheskoe-deshifrovanie-i-interpretaciya-kosmicheskikh-snimkov.pdf>.
15. Кожевникова Е. Е. Геология и геохимия нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Е. Кожевникова; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. 90 с. – Режим доступа: <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnie-posobiya/kozhevnikova-geologiya-i-geoximiya-nefti-i-gaza.pdf>.
16. Пейве А.В. Космическая информация в геологии / Коллектив авторов. Гл. ред. Пейве А.В., Сидоренко А.В., Яншин А.Л. – М.: Наука, 1985. 536 с.

17. Schumacher D. (1996) Hydrocarbon-Induced Alteration of Soils and Sediments. AAPG Memoir. 66.
18. Hunt G. R. (1977) Spectral signatures of particulate minerals in the visible and near-infrared. *Geophysics* 42:501–513 DOI:10.1190/1.1440721.
19. Clarke R., Cleverly R. (1991) Petroleum seepage and post-accumulation migration. Geological Society, London, Special Publications. 59. 265-271. DOI: 10.1144/GSL.SP.1991.059.01.17.
20. Шемякина Е. М.. Тематический и спектральный анализ космических снимков высокого разрешения для решения прогнозно-поисковых задач геологии [Электронный ресурс] / 2020. – Режим доступа:https://zolteh.ru/technic/tematicheskij_i_spektralnyy_analiz_kosmicheskikh_snimkov_vysokogo_razresheniya_dlya_resheniya_prognosticheskikh_zadach_geologii, свободный
21. Meer F., Dijk P. M., Van der Werff H., Yang H. (2002) Remote sensing and petroleum seepage: A review and case study. *Terra Nova*. 14. 1 - 17. DOI: 10.1046/j.1365-3121.2002.00390.x.
22. Hörig B., Kühn F., Oschütz F., Lehmann F. (2001) HyMap hyperspectral remote sensing to detect hydrocarbons. *International Journal of Remote Sensing*. 22. 1413-1422. DOI: 10.1080/01431160010013450.
23. Mars J. C., Rowan L. C. (2010) Spectral assessment of new ASTER SWIR surface reflectance at a products for spectroscopic mapping of rocks and minerals. *Remote Sens. Environ.* 114(9), 2011–2025.
24. Lammoglia T., Souza Filho C. (2013) Unraveling Hydrocarbon Microseepages in Onshore Basins Using Spectral–Spatial Processing of Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Data. *Surveys in Geophysics*. 34. DOI:10.1007/s10712-013-9225-3.
25. Черепанов А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / Черепанов А.С., Дружинина Е.Г. – *Геоматика* №3. 2009. 28-32 с.
26. Хоан Фам Суан. Разработка технологии автоматизированного обнаружения и анализа линеаментов и кольцевых структур на космических изображениях: дис. канд. техн. наук: 25.00.34. – М., 2012. – 173 с.

27. Пейве А.В. Космическая информация в геологии / Коллектив авторов. Гл. ред. Пейве А.В., Сидоренко А.В., Яншин А.Л. – М.: Наука, 1985. 536 с.
28. Златопольский А.А. Инструмент анализа рисунка и линеаментов в информационных системах семейства "Созвездие-ВЕГА"/ Златопольский А.А., Кашницкий А.В. – RORSE 2018". ИКИ РАН, 2019. С. 287-294.
29. Златопольский А.А. Статистическая обработка изображений с помощью программы Lessa и интерпретация результатов: учебно-методическое пособие / А.А. Златопольский, Нгуен ван Тханг. – Российский государственный университет нефти и газа: 24 с. – URL: <http://miloserdovav.narod.ru/zagruzki/airo/zadania/lab2017/7-lessa.pdf>
30. Златопольский А.А. Методика измерения ориентационных характеристик данных дистанционного зондирования (технология LESSA) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2008. Т. 1. С. 102–112.
31. Златопольский А.А. Ориентационно-текстурная характеристика аэрокосмических изображений. Цифровая обработка видеoinформации при структурно-геологических и сейсмотектонических исследованиях. – ВСЕГЕИ (Всесоюзный геологический институт), 1991. С. 4-31.
32. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Криницына. – Томский политехнический университет. – Томск. Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
33. Thematic interpretation and interpretation space images of medium and high spatial resolution [Electronic resource]: tutorial /A. N. Shikhov, A. P. Gerasimov, A. I. Ponomarchuk, E. S. Perminova; Perm State National Research university.– Electronic data. - Perm, 2020.
34. Putra M. I. J., Supriatna, Asriningum W. Hydrocarbon Microseepage Potential Area Exploration Using Sentinel 2 Imagery // 3rd Intern. Conf. Energy,

Environmental and Information System (ICENIS'2018). 2018. V. 73. 03021. 5 p.
DOI: 10.1051/e3sconf/20187303021.

35. Shahi, H. Kamkar Rouhani. (2014). A GIS-based weights-of-evidence model for mineral potential mapping of hydrothermal gold deposits in Torbat- e-Heydarieh Area. Journal of Mining & Environment, Vol.5, No.2: 79-89.

36. Avcioglu, Emme. (2010). Hydrocarbon Microseepage Mapping Via Remote Sensing for Gemrik Anticline, Bozova Oil Field, Adiyaman, Turkey. Ankara: Thesis Geodetic and Geographic Information Technologies Department, Middle East Technical University.

37. Ali Imran Azman, Jasmi Ab Talib, Mohamad Shaufi Sokiman. The Integration of Remote Sensing Data for Lineament Mapping in the Semanggol Formation, Northwest Peninsular Malaysia. 2020. DOI:10.1088/1755-1315/540/1/012026.

38. Сервис EarthExplorer. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Фондовая литература

39. Батурин А.Ю. Технологическая схема опытно-промышленной разработки Центрального блока Талаканского месторождения/ Батурин А.Ю., Батурин Ю.Е., Горгоц В.Д., и др. – СургутНИПИнефть: 2005. 1509 с.

Нормативная литература

40. ГОСТ Р 51858–2002. Нефть. Общие технические условия. – М.: Издво стандартов, 2010.–23 с.

41. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"

42. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».

43. ГОСТ 12.0.003-2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

- 44. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиеническими требованиями к микроклимату производственных помещений»; утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 13.06.2003 г.
- 45. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
- 46. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 47. СНиП 21-01-97 от 1998-01-01 Пожарная безопасность зданий и сооружений.
- 48. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
- 49. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

ПРИЛОЖЕНИЕ (А)
(справочное)

Remote sensing in geology

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ92	Сеничев Дмитрий Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Янкович Е.П.	к.г.-м.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Поздеева Г.П.	к.филол.н.		

Remote sensing in geology

One of the main applications of remote sensing is that of oil and gas resource mapping. Remote sensing has also been used extensively in oil and gas exploration, with being utilized everything from high-resolution visual data sets such as WorldView or RapidEye to radar data and multispectral/hyperspectral data sets. Through spectral analysis, it is possible to see and map potential geologic structures and gain a better understanding of the hydrocarbon system beneath the earth's surface. Several studies have indicated that hyperspectral images can be used to identify onshore and offshore hydrocarbon seepage. During recent years, several major oil companies have manifested serious interest in Earth Observation technologies for hydrocarbons exploration, especially in the management of exploration and production operations in remote areas that are not easily accessible by airplane or land. These environments represent a serious challenge for traditional hydrocarbon exploration techniques, while satellite remote sensing can quickly provide information over wide areas at limited costs.

Multispectral images allow using various options for color synthesis for visual and automated interpretation of objects on the earth's surface. Currently, the most significant amounts of medium-resolution space imagery data are provided by the Landsat and sentinel satellites.

Landsat

Landsat-5 satellite (launched on January 3, 1984), TM (Thematic Mapper) sensor. It has 7 spectral channels, 6 of them with a resolution of 30 m/pix in the visible and near IR (channels 1-4), middle IR (channels 5, 7) and one channel (6) with a resolution of 120 m/pix in the thermal range. There is no panchromatic canal.

Landsat-7 satellite (launched on April 15, 1999), ETM + (Enhanced Thematic Mapper Plus) sensor. It has 8 channels, of them 6 with a resolution of 30 m/pix in visible and near IR (channels 1-4), medium IR (channels 5, 7), one channel (6) with a resolution of 60 m/pix in the thermal range, and also panchromatic channel (8) with a resolution of 15 m/pix.

Landsat-8 satellite (launched on November 2, 2013), OLI (Operational Land Imager) and TIRS (Thermal Infrared Sensor) sensors. It has 11 channels, 8 of them with a resolution of 30 m/pix in visible, near infrared (channels 1-5 and 9), and mid-IR (channel numbers 6, 7), 2 channels (10, 11) with a resolution of 100 m/pix in the thermal range, as well as a panchromatic channel (8) with a resolution of 15 m/pix. It should be noted that channel 1 is in the ultraviolet part of the spectrum. The next step in the development of the LANDSAT program is the Landsat-9 satellite, which is scheduled to be launched in December 2020.

Sentinel

Sentinel-2 (A/B) satellites with MSI (Multispectral Instrument) are part of the Copernicus program of the European Space Agency (ESA, European Space Agency). The Sentinel-2A satellite was launched on June 23, 2015 and Sentinel-2B on July 2, 2017. The orbits provide the possibility of imaging in the middle latitudes of the northern hemisphere with a frequency of every 2-3 days. The satellites have 13 channels, 4 of them with a resolution of 10 m/pix in visible and near IR (channel numbers 2-4, 8), 6 (channel numbers 5-7, 8a, 11, 12) with a resolution of 20 m/pix in the near and middle IR ranges and 3 more channels (1, 9, 10) with a resolution of 60 m/pix. There is no panchromatic canal. The R, G, B, NIR channels with a resolution of 10 m/pix, which immediately provide, without pan-sharpening transformations, a resolution higher than that provided by LANDSAT images, are of greatest practical interest.

The spectral bands and resolutions of optical Landsat, Sentinel datasets used in this study presented in Table 1.

Table 1 – Spectral Range of the above satellites

Satellites	Spectral Range	Wavelengths, microns
Landsat 5 TM	1 (Blue)	0,45 - 0,52
	2 (Green)	0,52 - 0,605
	3 (Red)	0,63 - 0,69
	4 (NIR)	0,76 - 0,90
	5 (SWIR)	1,55 - 1,75
	6 (Thermal)	10,4 - 12,5
	7 (SWIR-2)	2,08-2,35

Table 1 continued

Landsat 7 ETM+	1 (Blue)	0,45 - 0,515
	2 (Green)	0,525 - 0,605
	3 (Red)	0,63 - 0,69
	4 (NIR)	0,76 - 0,90
	5 (SWIR)	1,55 - 1,75
	6 (Thermal)	10,4 - 12,5
	7 (SWIR-2)	2,08-2,35
	8(Pan)	0,52-0,9
Landsat-8 OLI	1 (Aerosol)	0,433 - 0,453
	2 (Blue)	0,45 - 0,515
	3 (Green)	0,525 - 0,60
	4 (Red)	0,63 - 0,68
	5 (NIR)	0,845 - 0,855
	6 (SWIR)	1,56 - 1,66
	7 (SWIR-2)	2,10-2,30
	8(Pan)	0,50-0,68
	9(SWIR-Cirrus)	1,36-1,39
Sentinel 2A MSI	1 (Aerosol)	0,43 - 0,457
	2 (Blue)	0,448 - 0,545
	3 (Green)	0,537- 0,582
	4 (Red)	0,645 - 0,683
	5 (Red Edge)	0,694 - 0,713
	6 (Red Edge)	0,731 - 0,749
	7 (Red Edge)	0,768-0,796
	8(NIR)	0,763-0,908
	8a (Narrow NIR)	0,848-0,883
	9 (Water vapour)	0,932 - 0,958
	10 (SWIR-Cirrus)	1,336-1,411
	11(SWIR)	1,542-1,685
	12(SWIR-2)	2,081-2,323

SPOT

Satellites SPOT-6 and SPOT-7-two identical ERS spacecraft, provide imagery with high spatial resolution. They are a new generation of satellites of the SPOT series, which has more than 30 years of history (since 1986). The grouping has an undeniable advantage in terms of performance-daily imagery volume produced by two satellites is 6 million km², making the SPOT 6/7 system the primary tool for the formation of topical cloudless and highly detailed coatings. Table 2 shows the main characteristics of SPOT 6/7 satellites.

Table 2 – Main characteristics satellites SPOT 6/7

Date	Operator	Spectral Range (WAVELENGTH Range, microns)	Spatial resolution, m/pix	Dynac range, bit/ pix	Swath , km
September 9, 2012 - SPOT-6 June 30, 2014 - SPOT-7	Airbus Defense and Space (France)	Pan(0,45-0,75) Blue(0,45-0,52) Green(0,53-0,59) Red(0,63-0,70) NIR(0,76-0,89)	1.5m (panchromatic) 6.0m (multispectral)	12	60

Depending on the type of objects investigated from the images (mapped), various combinations of spectral channels are used to ensure maximum distinguishability objects in relation to the background.

Channel 1 (B, Coastal/Aerosol) is blue and purple. It is widely dispersed by dust and atmospheric particles and is used for smoke and fog detection. an assessment of the "health" of the ocean biosphere in terms of brightness.

Channels 2, 3, 4 (Blue, Green, Red) are of visible colors of the spectrum.

Channel 5 (NIR) is invisible near the infrared channel. It provides an assessment of the state of land vegetation in terms of brightness, which is due to the strong reflection of healthy vegetation.

Channels 6, 7 (Shortwave Infrared, SWIR-1/2) are infrared channels. Radiation is strongly absorbed by water. The data is used to distinguish between types of vegetation and soil, clouds, snow and ice.

Channel 8 (PAN, Panchromatic) is a panchromatic channel. It has a maximum spatial resolution of 15 m/pixel due to the wide range (and more energy).

Channel 9 (Cirrus) ensures that pinnate and cumulus clouds.

Channels 10, 11 (Thermal Infrared, TIR-1/2) are long-range channels IR (thermal) range giving temperature information on the surface of the Earth [33].

Methodology

The topic of hydrocarbon microseepage is discussed in the article «Hydrocarbon Microseepage Potential Area Exploration Using Sentinel 2 Imagery» [34]. This is a common occurrence in areas with a presence of onshore oil and gas deposits characterized by anomalous natural surface spectral landscape characteristics

of mineral alteration features and geobotanic anomalies that can be detected by satellite imagery. Therefore, this study aims to find spatial models of oil and gas reservoirs through detection

A multispectral satellite imagery of Sentinel 2 was used as an input for the directed principal component analysis (DPCA) method and vegetation index, to detect mineral alteration phenomenon and geobotanic anomaly, respectively.

Jambi Merang area was chosen as a study area in this research since this onshore area is one of actively exploited in Indonesia. There are three oil and gas fields within this area. The research area is selected by the empirical approach to demonstrate a hydrocarbon microseepage phenomenon within the oil and gas exploitation area.

The study area is presented in Figure 1.

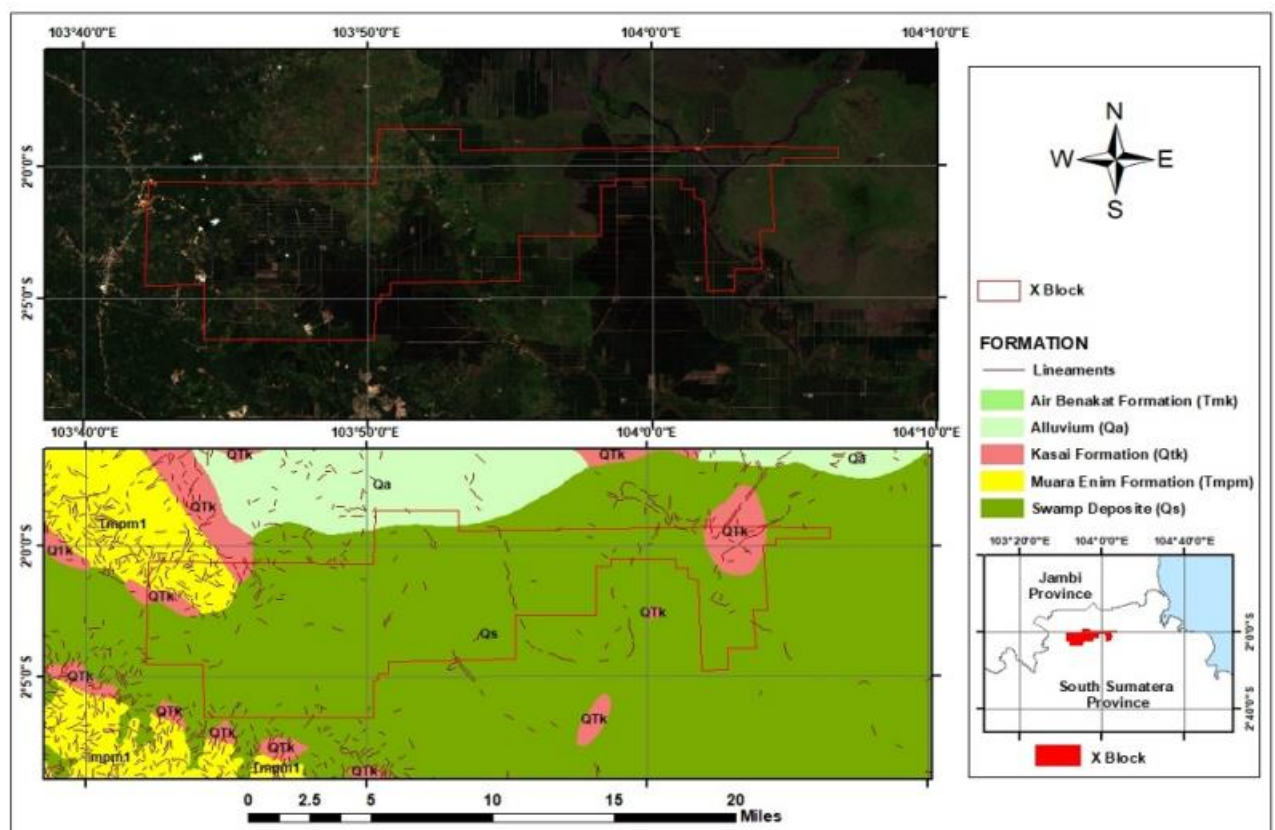


Figure 1 – Jambi Merang area that located in South Sumatera Province [34].

This study uses four data variables to detect hydrocarbon (HC) microseepage phenomena as well as the relationship of regional characteristics with the appearance of hydrocarbon microseepage phenomenon. Variables used to detect the phenomena

of hydrocarbon microseepage include the alteration data of indicating minerals and geobotanic anomalous data obtained from Sentinel 2 imagery processing which recorded on February 15th 2015. Mineralogical alteration data were obtained from Sentinel 2 image processing by the directed principal component analysis (DPCA) method. Geobotanic anomaly data obtained from the transformation of vegetation index (VI) are on Sentinel 2 image bands. Meanwhile, the variables used to define the relationship between the HC microseepage phenomenon with the regional characteristic, were conducted based on geomorphology and geological data obtained by digitizing the current map.

Data processing in this research is performed through three stages, namely pre-processing of Sentinel 2 imagery, processing of seepage anomaly parameters of HC microseepage, and processing the physical data of region.

Sentinel 2 image data processing is performed by ATCOR (Atmosphere Correction) method to get the calibration of image value that can be used for further data processing.

Meanwhile, the processing of hydrocarbon (HC) microseepage anomaly is done by DPCA method and VI. DPCA method performed on mineral alteration data obtained from the processing of band ratio. Both anomalies are performed with the processing algorithm presented in Table 3.

Tabel 3 – Formula of data processing

No	Anomalies	Algorithm
1	Ferric Iron	SWIR2/SWIR1
2	Ferrous Iron	SWIR1/Vegetaion Red Edge
3	Clay Carbonate	SWIR1/SWIR2
4	NDVI (Normalized Different Vegetation Index)	$\frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$
5	GNDVI (Green Normalized Different Vegetation Index)	$\frac{\text{NIR} - \text{Green}}{\text{NIR} + \text{Green}}$
6	SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)	$\left(\frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{Nir} + \text{Red} + 0,5} \right) (1 + 0,5)$
7	ARVI2 (Adjusted Resistant Vegetation Index 2)	$\left(\frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{Nir} + \text{Red}} \right) \chi_{1,17} - 0,18$
8	Chlorophyll Index Green	$\frac{\text{NIR}}{\text{Green}} - 1$
9	NDSI (Normalized Different Senescence Index)	$\frac{\text{SWIR} - \text{Red}}{\text{SWIR} + \text{Red}}$

The analysis of the relationship between the phenomenon of hydrocarbon microseepage anomaly with the physical characteristics of the region is done by Weighted of Evidence (WoFE) method. The WoFE method is a linear logarithmic model of the Bayesian probability model used in estimating the relative importance of any evidence / phenomenon by statistical approach. The degree of relationship or association between phenomena is represented by the value of w^+ or w^- , where the value of w^+ indicates the magnitude of the positive relationship of one phenomenon with other phenomena. Meanwhile, the value of w^- denotes a negative relationship between one phenomenon with the other phenomena being tested. The C contrast states a magnitude of spatial correlation between biner map of phenomena and the known evidence. The formula to calculate C, w^+ , and w^- written as follows [35].

$$w^+ = \text{Log}_e \frac{P(X|D)}{P(X|\bar{D})} \quad (1)$$

$$w^- = \text{Log}_e \frac{P(\bar{X}|D)}{P(\bar{X}|\bar{D})} \quad (2)$$

$$w^+ = w^+ + w^- \quad (3)$$

Table 4 shows the result of DPCA processing for gaining mineral alteration information.

Table 4 – The result of DPCA in Sentinel 2

DPCA	Eigenvector			
	NDVI	Clay Carbonate	Ferric Iron	Ferrous iron
DPCA1	0,2804	0,9516	0,0817	0,0950
DPCA2	0,2472	0,0467	-0,3378	-0,9069
DPCA3	0,8470	-0,292	0,4407	0,0516
DPCA4	0,377	-0,0809	-0,8275	0,4071

The processing of clay carbonate, ferric iron, and ferrous iron mineral alteration anomalies were done by calculating the threshold of each band using Equation 4 [36].

$$A_i = \bar{\chi} \pm \sigma \quad (4)$$

where, A_i = anomaly threshold value of mineral i,

$\bar{\chi}$ = the mean threshold value of mineral i,

σ = deviation standard threshold of mineral i.

The calculation results for the threshold value of the mineral anomaly alteration of each mineral on Sentinel 2 image can be seen in Table 5. In the table we can see the maximum/minimum limit value to measure the threshold of mineral alteration anomalies for processing with Sentinel image 2.

Table 5 – The threshold value of mineral alteration anomaly

Alteration	Mean	SD	Threshold Value
Clay carbonate	64,65	53,9	118,55
Ferric iron	67,45	57,45	0-10
Ferrous iron	164,58	70,98	0-93,6

Meanwhile, the pattern of geobotanic anomaly distribution was obtained from the processing of vegetation indexes of NDVI, GNDVI, SAVI, ARVI2, Chlorophyll Index Green, and NDSI. The observed vegetation conditions through the normalization of the NDVI index had a range of -0.99 to 0.93. The GNDVI index mapped the vegetation conditions in the study area in the range of -0.99 to 0.93; SAVI indices in the range of -2.98 to 2.80; lastly, the ARVI2 index mapped the vegetation conditions from the range of values from - 0.99 to 0.93. Meanwhile, the chlorophyll condition of the plants obtained from Chlorophyll Index Green processing shows the range values of -1 to 22.26 and senescence phenomena are identified in the range of values -1 to 0.6. Geobotanic anomalies parameters are indicated by the low greenness vegetation value, low vegetation dense, low chlorophyll pigment, and high of senescence phenomenon [34].

Figure 2 shows the visualization of HC microseepage potential area in Jambi Merang area.

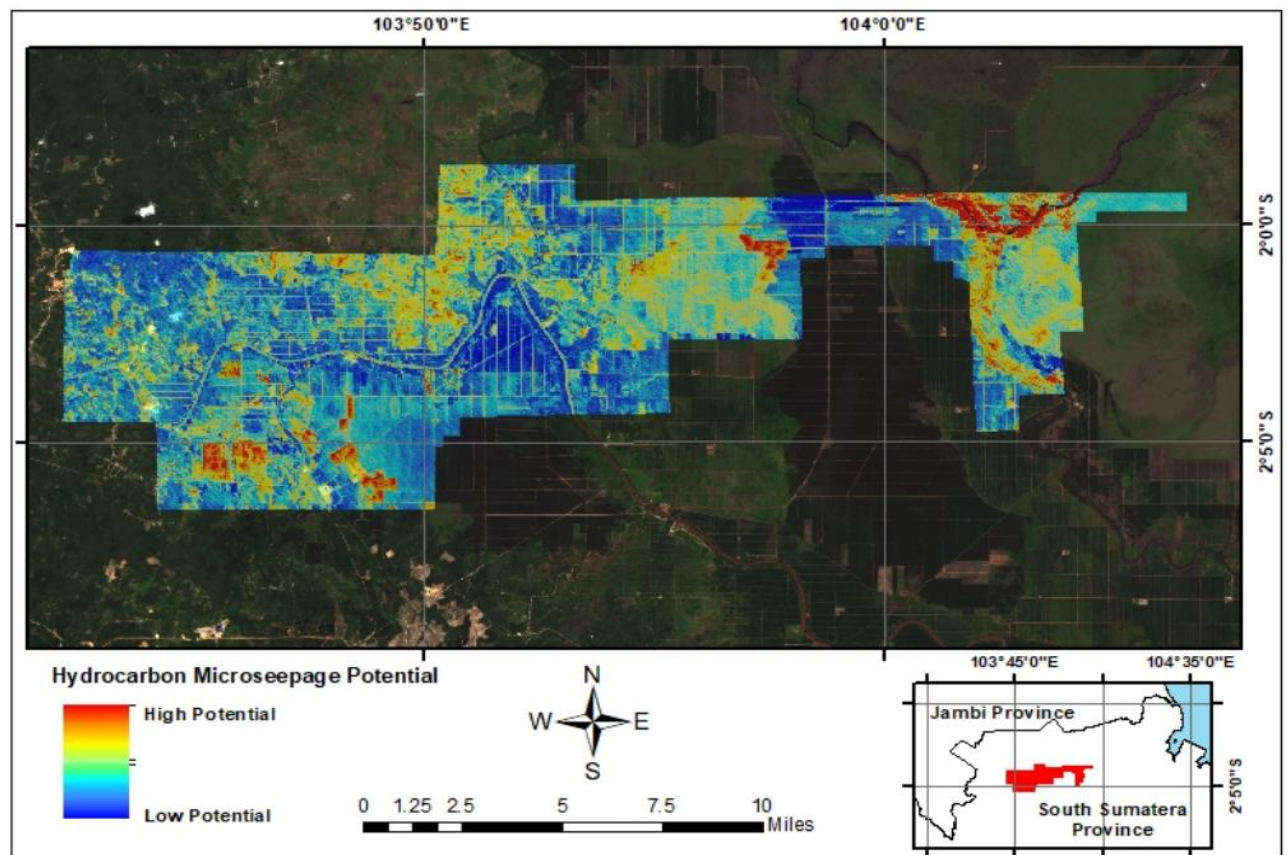


Figure 2 – HC microseepage potential area [34].

The relationship between the existence of HC microseepage phenomenon with the condition of lithology (rock) with WoFE method can be seen in Table 6. Based on the table it can be seen that Kasai Formation is the formation that most supports the probability of HC microseepage phenomenon. The magnitude of the C in Kasai Formation occurs because this formation is composed by a tuff rock type that has a good porosity in passing hydrocarbons. Meanwhile, other types of lithology, alluvium, lacustrine sediment, and Muara Enim Formation have w^+ and negative C values which indicate a negative / reverse relationship or probability value between the phenomenon of HC microseepage with very low types of lithology.

Table 6 – Association between lithology and HC microseepage potency

Lithology/ Formation	Extent Area (km ²)	Evident Points	w+	w-	C
Kasai	16,7	54	2,097	0	2,097
Aluvium	6,12	1	-1,20	0,00 3	-1,203
Lacustrine (Swamp)	296,03	125	-1,228	0,01	-1,238
Muara Enim	15,3	1	-2,15	0,00 4	-2,154

The farther away from the fault region, the probability of occurrence of HC microseepage is also smaller. The data in Table 7 shows that the values of w_+ and C will be lower and negative in the farther fault region. The farthest fault region (> 500 m) shows the lowest w_+ and C values from all categories. This suggests that the probability of occurrence of a HC microseepage in areas far from the fault is low. The absence of fault causes the difficulty of migrating hydrocarbons due to the absence of road space or motion [34].

Table 7 – Association between distance from fault and HC microseepage efficiency

Distance from Geological Structure (m)	Extent Area (km²)	Evident Points	w_+	w_-	C
<100	21,26	20	0,61	- 0,004	0,614
100-200	22,71	23	0,698	0,000	0,698
200-300	21,79	15	0,221	0,001	0,222
300-400	20,37	15	0,337	- 0,002	0,339
400-500	19,1	10	-0,028	0,000	- 0,028
>500	229,3	97	-0,623	0,003	- 0,626

Conclusions

The presence of HC microseepage in Jambi Merang area detected by Sentinel 2 image is closely related to the presence of anomalous expression of clay-carbonate, ferric iron, ferrous iron, and geobotanic anomalies such as low vegetation density, low vegetation pigment content, and presence senescence phenomenon. In addition, the occurrence of micro-hydrocarbon seepage in Jambi Merang area is commonly located in Kasai Formation dominated by tuffan lithology, in areas close to the presence of fault, as well as on the swampland landform.

In the article «The Integration of Remote Sensing Data for Lineament Mapping in the Semanggol Formation, Northwest Peninsular Malaysia» [37] the final lineament map of three parts of Semanggol Formation and its adjacent areas located in northern Peninsular Malaysia, was presented.

Lineaments identification can be conducted via two principle techniques, namely, manual and automatic extraction. The manual technique is mainly based on

visual interpretation and involves the utilisation of image enhancement processes such as image ratio, image fusion and directional filters.

There are three Landsat 5 TM images, two Landsat 7 ETM+ images and one Landsat 8 OLI image which covers the whole study area. The Landsat images were selected based on the cloud coverage percentage, which must be less than 10%. The images of Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+ were mosaicked respectively to have a single image for each Landsat sensor. Then, all Landsat images, including Landsat 8 OLI image, were subsetting into the study area. Twelve topographic maps with scale 1:50,000, which cover the whole study area, were used to obtain contour line with 20 m intervals, elevation point and drainage pattern.

Lineaments identification was undertaken using the false colour composite (FCC) of RGB 7, 5, 3 combination which was obtained from different band combinations and found to be the most optimum combination for Landsat 5 TM and Landsat 7 ETM+ images. The creation of various shaded relief images was done to avoid bias of lineament tracing if only use one solar azimuth. An ambient light setting of 0.2 was applied for all solar azimuths to produce a good contrast. Low solar elevation angle such as 30°, enhances topographic expression and highlights geologic structures, and orientation of the illumination source, enhances features perpendicular to the line of solar illumination.

There were 24 images used based on data processing. For this study, only negative lineaments with more than 2 km length were traced by using manual lineament extraction method within the study area. General features that can lead to lineament identification from the images are topographic features such as sudden tonal variations and alignment of vegetation, straight rock boundaries, straight valleys and continuous scarps and systematic offset of rivers. The method was entirely subjective, depends on the image interpretation skills, to ensure the lineament was distinguished correctly.

There were 24 lineament maps produced, and each lineament map represented as a GIS layer that was linkable to each other. However, these layers may result in confusion and complexity. Based on these problems, a final lineament map was

generated – the layers were combined into a single lineament map. Two lineament layers extracted from different data were overlaid onto the same map (Figure 3). Duplicated lineaments were manually removed from the map every time a new layer was added. If there are two lineaments at the same location having different lengths, the shorter lineaments were deleted. Besides, non-geologic lineaments such as roads, field boundaries and paths were removed as well. All lineaments outside the Semanggol Formation and its adjacent areas were erased.

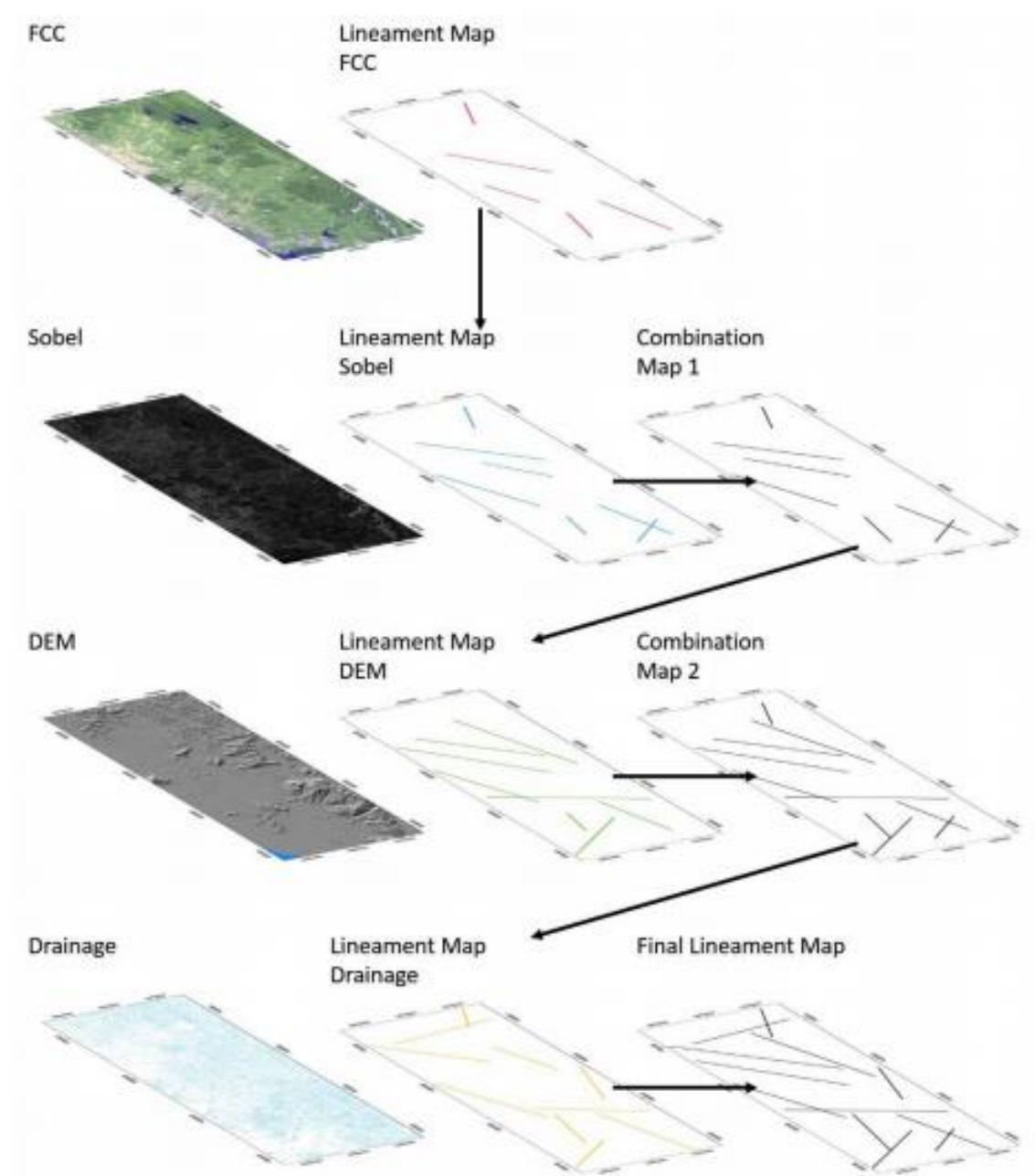


Figure 3 – Steps of integration of lineament maps generated from different remote sensing data to produce a final lineament map (maps were not to scale) [37]

A final lineament map was produced from the validation of lineament maps generated from various sources (Figure 4).

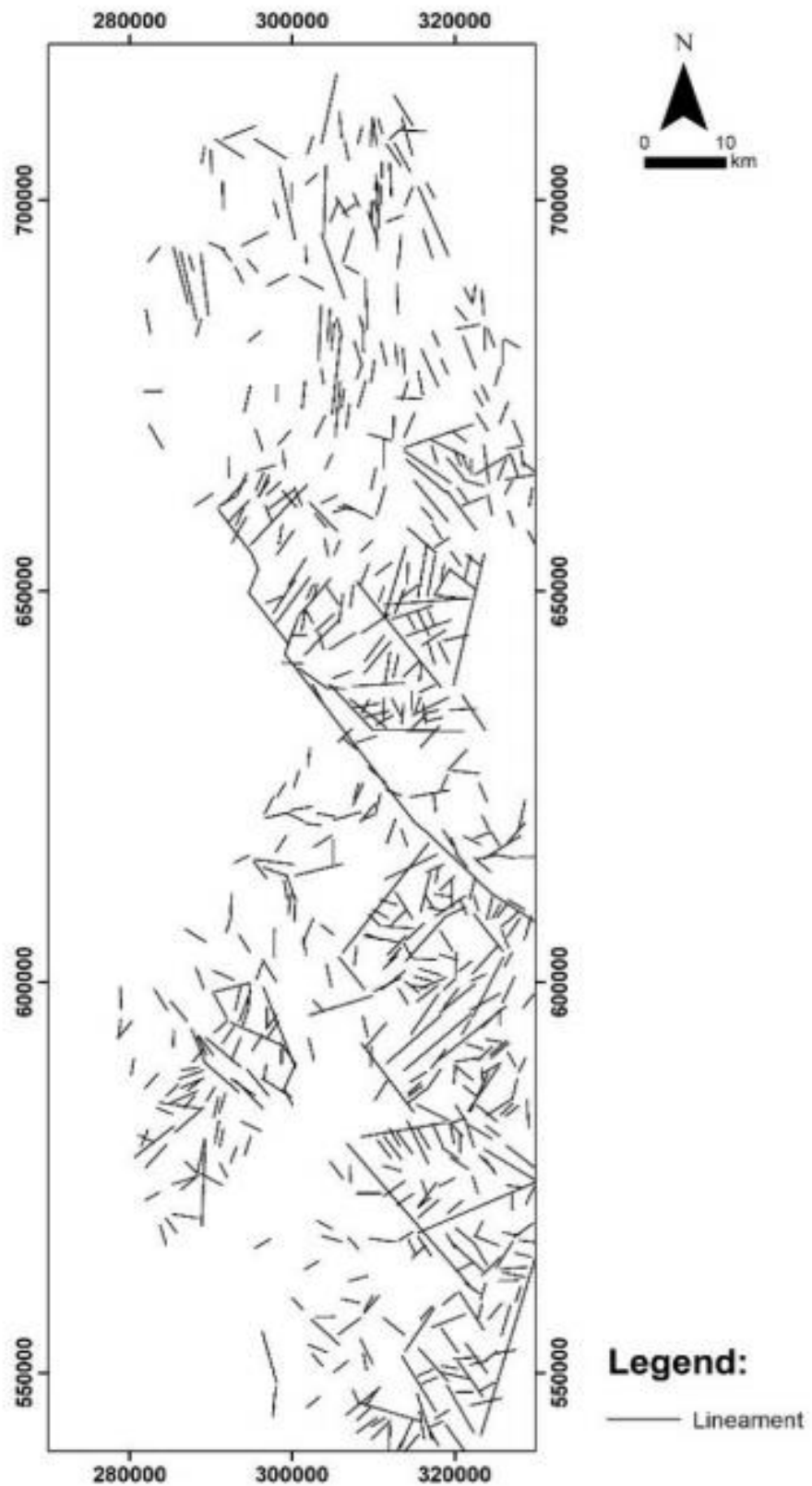


Figure 4 – Final lineament map of the Semangol Formation and adjacent areas [37]

A total of 645 lineaments with 2264.42 km total length identified for the whole study area. The maximum length of the lineament is 26.84 km. Generally, the pattern of the map suggests that the fault line which belongs to the Bok Bak Fault was identified correctly, particularly in the boundaries between the Semanggol Formation and its adjacent areas, trending to NW-SE direction. Lineaments in other parts, mainly in the igneous intrusion, display a typical pattern of the faults as already mapped in the existing geological map (Figure 5) [37].

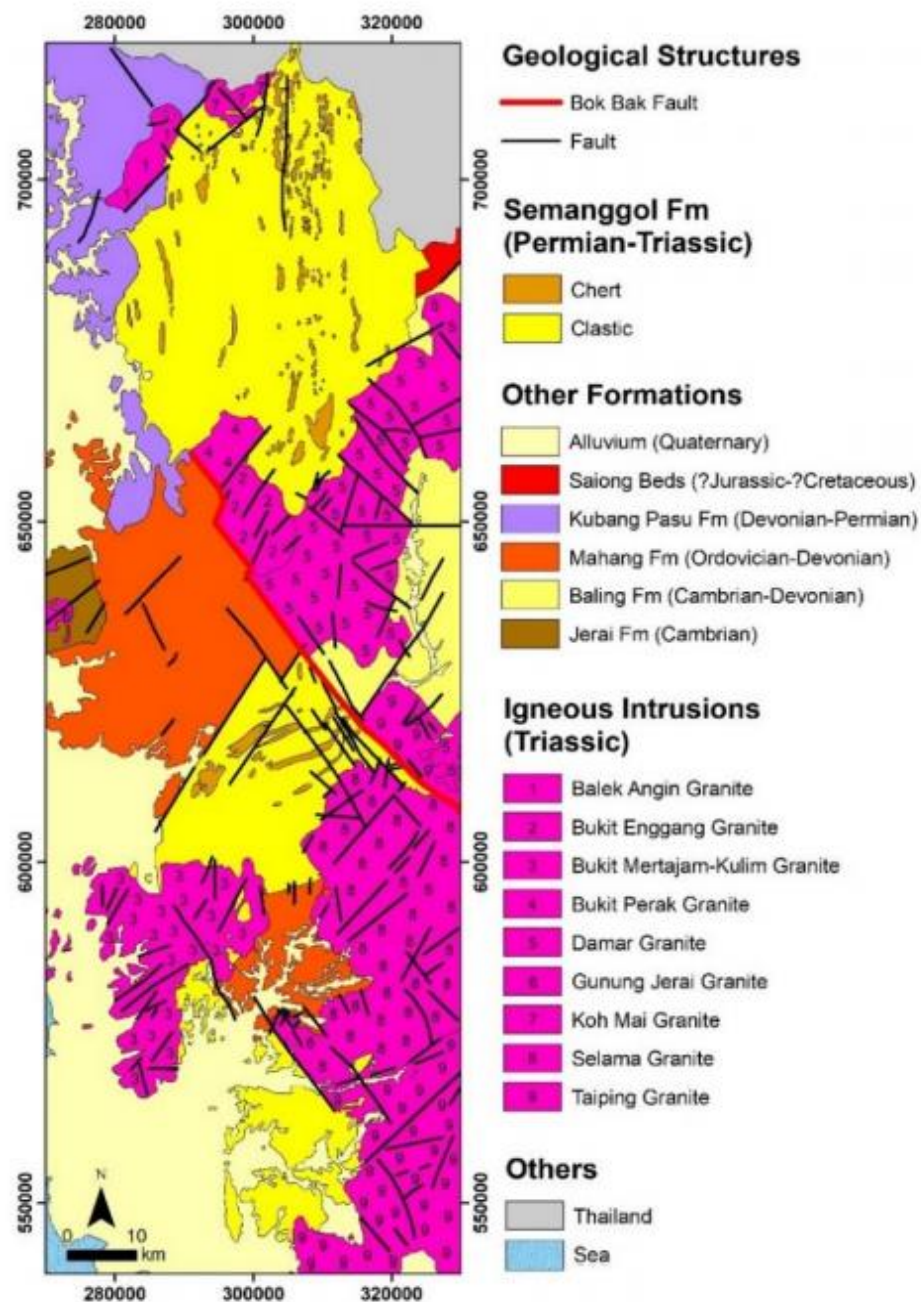


Figure 5 – Geological map of the study area [37]

Conclusions

Lineament mapping in Semanggol Formation is an example of using the integration of remote sensing data. From 24 images, a final lineament map of the study area was produced. A total of 645 lineaments with a total length of 2264.42 km and a maximum length of 26.84 km were identified from the lineament map. The accuracy of this map is proven by comparing the map with the published geological map, and the trend of the lineaments shows similarity.